

**Taxonomie, Paläoökologie und Paläobiodiversitätsdynamik
benthischer Mollusken an der Kreide-Paläogen-Grenze
von Patagonien**

**Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades**

doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

im Fach Biologie

eingereicht an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I
der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Dipl.-Geol. Sven Weidemeyer

geboren am 06.03.1973 in Lich

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Marksches

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
Prof. Dr. Lutz-Helmut Schön

Gutachter: 1. PD Dr. Martin Aberhan
2. Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
3. Prof. Dr. Franz T. Fürsich

Tag der Einreichung: 22.07.2009

Tag der mündlichen Prüfung: 24.11.2009

Erklärung:

Die vorliegende Dissertation wurde von mir selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfen und Hilfsmittel angefertigt.

Ich habe mich anderwärts nicht um einen Doktorgrad beworben und besitze einen entsprechenden Doktorgrad nicht.

Ich erkläre die Kenntnisnahme der dem Verfahren zugrunde liegenden Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I der Humboldt-Universität zu Berlin.

Berlin, 22.07.2009

Sven Weidemeyer

Taxonomie, Paläoökologie und Paläobiodiversitäts- dynamik benthischer Mollusken an der Kreide- Paläogen-Grenze von Patagonien

Sven Weidemeyer



Struthioptera aff. *osiris* FINLAY & MARWICK 1937 aus dem Danium der Lefipán Formation des San Martín Profils in der argentinischen Chubut Provinz., x 4,7.

Abstract

The mass extinction at the Cretaceous/Paleogene boundary (K/Pg-boundary) was one of the five biggest mass extinction events during the Phanerozoic. The most probable initiator of this biotic crisis was the impact of a huge meteorite on the Yucatán Peninsula. A reduction of primary productivity in the aftermath of the impact is documented by $\delta^{13}\text{C}$ values and caused the extinction of many organisms. From Patagonia only a few data on palaeoecological changes and on palaeobiodiversity at the K/Pg-boundary are available so far. Therefore detailed samples in different K/Pg-sections in the Argentinian provinces of Neuquén and Chubut were taken to increase the data set for this region. The analysed sections consist mainly of siliciclastic sedimentary rocks deposited in different shelf environments.

In this study I focus on benthic marine invertebrates from three working areas in the Neuquén and the Cañadón Asfalto basins, which are dominated by bivalves and gastropods. These molluscs are suitable for analysing environmental changes due to their varying diets and modes of life. In addition to the palaeoecological changes within the benthic communities of the Maastrichtian and Danian, local patterns and dynamics of palaeobiodiversity were investigated. The following trends are expected from a crisis of primary productivity: 1. a reduction in the number of individuals of benthic organisms, 2. a decrease in the relative abundance of organisms which rely directly on photosynthesis, 3. a lower proportion of individuals with planktotrophic larval stages, 4. a reduction in the average body size of individuals within palaeocommunities and 5. an increased abundance of organisms with low metabolic rates or inactive lifestyles.

In fact the proportion of the starvation-resistant groups of the Nuculoida (shallow-infaunal deposit feeders) and Lucinidae (chemosymbionts) were significantly higher in the Danian compared to the Maastrichtian. In contrast to this, the proportion of suspension feeders in the palaeocommunities was significantly lower in the Danian in comparison with the Maastrichtian. In the Danian benthic assemblages of the Bajo de Añelo area, a decrease in number of individuals, mean mobility and mean size was recognised after the K/Pg-boundary. The duration of the palaeoecological changes varied according to the parameter. In contrast to the short term decline in the number of individuals, the faunal compositions in the Danian assemblages differed in feeding mode from those of the Maastrichtian for a longer period of time (ca. 2,5 Mio. y.). Thus the palaeoecological changes display a selectivity, which is also reflected in the palaeobiodiversity. Suspension feeders, which depend directly on plankton particles from the water column, show higher extinction rates than chemosymbionts and shallow-infaunal deposit feeders. The extinction of all tellinid bivalves, which are deep-infaunal surface deposit feeders, provides evidence for the higher proportion of plankton in their diet compared to other deposit feeders. The analyses of local patterns of palaeobiodiversity showed significantly lower values for the Danian samples in contrast to the Maastrichtian samples. In comparison with the palaeoecological changes, the decrease of the values of the palaeobiodiversity indices at the K/Pg-boundary is weaker. The local palaeobiodiversity patterns and the moderate extinction rates (28% for bivalves) indicate that palaeoecological changes are more distinct than taxonomic changes at the K/Pg-boundary.

Overall, the recognized selectivity patterns are consistent with the expected aftermath of a crisis in primary productivity. Despite some local differences, the comparison of the results

from Patagonia with other regions argues for a global event at the K/Pg-boundary during which the northern and southern hemispheres were similarly affected. The differences in the patterns of selectivity at the K/Pg-boundary to the mass extinction events at the Permian/Triassic and Triassic/Jurassic boundaries are observed as indicators for different causes.

Zusammenfassung

Das Massenaussterben an der Kreide/Paläogen-Grenze (K/Pg-Grenze) wird aufgrund seiner Intensität zu den fünf größten Aussterbeereignissen des Phanerozoikums gezählt. Als wahrscheinlicher Verursacher gilt der Einschlag eines Meteoriten auf der Yucatán Halbinsel in Mexiko. Wie durch $\delta^{13}\text{C}$ -Werte belegt ist, kam es infolgedessen zu einer Krise der Primärproduktion und dadurch zum Aussterben vieler Organismen. Aus Patagonien lagen bisher wenige Daten zu paläoökologischen Veränderungen und zur Paläobiodiversität an der K/Pg-Grenze vor. Um diese Lücke zu schließen, wurden in den argentinischen Provinzen Neuquén und Chubut zahlreiche Profile im Bereich der K/Pg-Grenze detailliert beprobt. Im Mittelpunkt standen benthische Invertebraten aus drei Arbeitsgebieten des Neuquén und des Cañadón Asfalto Beckens mit zumeist siliziklastischen Sedimentgesteinen verschiedener Schelfmilieus.

Der Fossilinhalt wird von Bivalven und Gastropoden dominiert. Diese benthischen Mollusken eignen sich durch ihre Vielfalt an unterschiedlichen Ernährungs- und Lebensweisen sehr gut um Umweltveränderungen anzuzeigen. Neben der paläoökologischen Entwicklung der Faungemeinschaften im Maastrichtium und Danium wurde die Paläobiodiversität im Hinblick auf lokale Muster und Dynamik untersucht. Während einer Planktonkrise werden für benthische Mollusken folgende Entwicklungen erwartet: 1. eine Abnahme der Individuenzahlen der Benthosorganismen, 2. eine Abnahme der vom Plankton als Nahrungsquelle direkt abhängigen Organismen, 3. eine Abnahme der Benthonten mit planktotrophen Larvalstadien, 4. eine Abnahme der mittleren Körpergröße der Individuen benthischer Faungemeinschaften und 5. eine Abnahme der Organismen mit hoher Stoffwechselrate bzw. aktiver, mobiler Lebensweise.

Tatsächlich waren die hungerresistenten Gruppen der Nuculoida (flach-infaunale Depositfresser) und der Lucinidae (Chemosymbionten) im Danium signifikant häufiger als im Maastrichtium, während der Faunenanteil der Suspensionsfresser im Danium im Vergleich zum Maastrichtium signifikant niedriger ist. In den Faungemeinschaften des Daniums von Bajo de Añelo konnten Abnahmen der Individuenzahlen, der mittleren Mobilität und der mittleren Größe festgestellt werden. Die Dauer der paläoökologischen Veränderungen variiert je nach Parameter. Gegenüber dem kurzfristigen Einschnitt der Individuenzahlen unterschieden sich die Faunenzusammensetzungen vor allem im Hinblick auf die Ernährungsweisen im Danium für einen langen Zeitraum (ca. 2,5 Mio. Jahren) von denen des Maastrichtiums. Die beobachteten paläoökologischen Veränderungen zeigen somit eine Selektivität, die sich auch in der Paläobiodiversitätsdynamik widerspiegelt. Auch hier sind Suspensionsfresser, die direkt vom Planktonangebot abhängig sind, stärker betroffen als Chemosymbionten und flach-infaunale Depositfresser. Die tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser der Telliniden waren wie die Suspensionsfresser ebenfalls sehr stark vom Aussterbeereignis an der K/Pg-Grenze

betroffen, was im Gegensatz zu den anderen Depositfressern eine größere Abhängigkeit der Telliniden vom Planktonangebot vermuten lässt. Die Analyse der Paläobiodiversität zeigt zwar im Danium signifikant niedrigere Werte, jedoch ist im Vergleich zu den paläoökologischen Veränderungen der Einschnitt an der K/Pg-Grenze nicht so deutlich. Die lokalen Paläobiodiversitätsmuster und die moderaten Aussterberaten (28,0% für Bivalven-Gattungen) sprechen für größere paläoökologische Auswirkungen im Vergleich zu den taxonomischen Veränderungen an der K/Pg-Grenze.

Insgesamt sind die festgestellten Selektivitätsmuster konsistent mit den zu erwartenden Folgen einer Planktonkrise. Der Vergleich mit anderen Regionen zeigt, dass es sich trotz einiger regionaler Unterschiede um ein globales Ereignis handelte, das Nord- und Südhalbkugel gleichermaßen betroffen hat. Die Unterschiede der Selektivitätsmuster an der K/Pg-Grenze im Vergleich zu denjenigen der Massenaussterbeereignisse an der Perm/Trias- und der Trias/Jura-Grenze sind Indikatoren dafür, dass für diese Ereignisse andere Ursachen verantwortlich sind.

Inhalt

1. EINLEITUNG.....	- 16 -
1.1.KREIDE-PALÄOGEN-GRENZE.....	- 16 -
1.2.FRAGESTELLUNG UND ZIELE	- 17 -
1.3.GEOLOGISCHER RAHMEN UND STRATIGRAPHIE	- 19 -
1.3.1. Neuquén Becken	- 20 -
1.3.1.1.Malargüe Gruppe	- 20 -
1.3.1.1.1.Jagüel Formation	- 20 -
1.3.1.1.2.Roca Formation	- 20 -
1.3.2. Cañadón Asfalto Becken	- 21 -
1.3.2.1.Lefipán Formation.....	- 22 -
2. ARBEITSGEBIETE UND PROFILE	- 23 -
2.1.ARBEITSGEBIET A: BAJO DE AÑELO	- 23 -
2.1.1. Geographische Lage.....	- 23 -
2.1.2. Profile.....	- 23 -
2.1.2.1.Bajada del Jagüel Profil (BJG).....	- 23 -
2.1.2.2.Bajada del Jagüel Grenzprofil (BJG B)	- 28 -
2.1.2.3.Opaso Profil (OP).....	- 28 -
2.2.ARBEITSGEBIET B1: SIERRA HUANTRAICO.....	- 30 -
2.2.1. Geographische Lage.....	- 30 -
2.2.2. Profile.....	- 30 -
2.2.2.1.Huantraico Profil (HU)	- 30 -
2.2.2.2.Huantraico Riff Profil (HUR)	- 31 -
2.2.2.3.Huantraico Road Profil (HU Road).....	- 35 -
2.3.ARBEITSGEBIET B2: GENERAL ROCA	- 35 -
2.3.1. General Roca Profil (GR und GRB).....	- 35 -
2.4.ARBEITSGEBIET C: PASO DEL SAPO	- 35 -
2.4.1. Geographische Lage.....	- 35 -
2.4.2. Profile.....	- 37 -
2.4.2.1.San Martin Profil (SM)	- 37 -
2.4.2.2.San Martin KT Profil (SM KT).....	- 37 -
2.4.2.3.San Ramon KT Profil (SR KT).....	- 37 -
2.4.2.4.M 2 Profil	- 38 -
2.4.2.5.Barda de los Perros Profil (BP).....	- 42 -
2.4.2.6.Quebrada de la Toma Profil (QT)	- 42 -
2.4.2.7.Don Manuel Profil (DM)	- 42 -
2.4.2.8.Estancia Carmen Profil (EC).....	- 42 -
2.4.2.9.Cañadón del Oro Profil (CO)	- 43 -
2.4.2.10.Germilac Profil (GE).....	- 43 -
2.4.2.11.Lefipán Profil (LF).....	- 43 -

2.5.ABLAGERUNGSRÄUME.....	- 44 -
2.5.1. <i>Bajo de Añelo</i>	- 44 -
2.5.2. <i>Sierra Huantraico</i>	- 44 -
2.5.3. <i>Paso del Sapo</i>	- 44 -
3. MATERIAL UND METHODEN	- 46 -
3.1.MATERIAL	- 46 -
3.2.METHODEN.....	- 46 -
3.2.1. <i>Probennahme, Datenerfassung</i>	- 46 -
3.2.2. <i>Taxonomische Bearbeitung</i>	- 47 -
3.2.3. <i>Präparation und Fotos</i>	- 49 -
3.2.4. <i>Analysemethoden</i>	- 50 -
3.2.4.1. Paläoökologische Analysen	- 51 -
3.2.4.1.1. Individuenzahlen	- 51 -
3.2.4.1.2. Ernährungsweise	- 52 -
3.2.4.1.3. Gilden und Lebensweise	- 53 -
3.2.4.1.4. Mobilität	- 54 -
3.2.4.1.5. Größe	- 54 -
3.2.4.1.6. Schalenmineralogie	- 55 -
3.2.4.1.7. Vergleich Maastrichtium vs. Danium	- 55 -
3.2.4.1.8. Tests und Korrelationen	- 56 -
3.2.4.2. Analysen zur Paläobiodiversität.....	- 56 -
3.2.4.2.1. Dateneingabe Paleobiology Database	- 56 -
3.2.4.2.2. Darstellung stratigraphischer Reichweiten.....	- 57 -
3.2.4.2.3. Lokale Paläobiodiversitätsmuster	- 57 -
3.2.4.2.4. Paläobiodiversitätsdynamik	- 58 -
3.2.4.2.5. Datenbanken von Sepkoski und der Paleobiology Database (PBDB)	- 59 -
4. TAXONOMIE.....	- 62 -
4.1.KLASSE BIVALVIA LINNÉ 1758	- 62 -
4.1.1. <i>Ordnung Nuculoida Dall 1889</i>	- 62 -
4.1.1.1. Familie Nuculidae Gray 1824	- 62 -
4.1.1.2. Familie Malletiidae H. & A. Adams 1858	- 64 -
4.1.1.3. Familie Yoldiidae Habe 1977	- 70 -
4.1.1.4. Familie Nuculanidae H. & A. Adams 1858	- 71 -
4.1.2. <i>Ordnung Arcoidea Stoliczka 1871</i>	- 76 -
4.1.2.1. Familie Parallelodontidae Dall 1898.....	- 76 -
4.1.2.2. Familie Cucullaeidae Stewart 1930	- 78 -
4.1.2.3. Familie Glycymerididae Newton 1922	- 83 -
4.1.3. <i>Ordnung Mytiloida Ferussac 1822</i>	- 84 -
4.1.3.1. Familie Mytilidae Rafinesque 1815	- 85 -
4.1.3.2. Familie Pinnidae Leach 1819.....	- 91 -
4.1.4. <i>Ordnung Ostreoida Férussac 1822</i>	- 92 -

4.1.4.1.Familie Gryphaeidae Vyalov 1936	- 92 -
4.1.4.2.Familie Ostreidae Rafinesque 1815	- 98 -
4.1.5. <i>Ordnung Pterioidea Newell 1965</i>	- 102 -
4.1.5.1.Familie Bakevelliidae King 1850.....	- 102 -
4.1.5.2.Familie Entoliidae Von Teppner 1922.....	- 105 -
4.1.5.3.Familie Pectinidae Wilkes 1810.....	- 107 -
4.1.5.4.Familie Spondylidae Gray 1826.....	- 115 -
4.1.5.5.Familie Anomiidae Rafinesque 1815.....	- 116 -
4.1.5.6.Familie Limidae Rafinesque 1815	- 117 -
4.1.6. <i>Ordnung Trigonioida Dall 1889</i>	- 122 -
4.1.6.1.Familie Trigoniidae Lamarck 1819.....	- 122 -
4.1.7. <i>Ordnung Veneroida H. Adams & A. Adams 1856</i>	- 129 -
4.1.7.1.Familie Lucinidae Fleming 1828	- 129 -
4.1.7.2.Familie Carditidae Fleming 1828.....	- 133 -
4.1.7.3.Familie Astartidae d 'Orbigny 1844	- 136 -
4.1.7.4.Familie Lahilliidae Finlay & Marwick 1937	- 141 -
4.1.7.5.Familie Cardiidae Lamarck 1809.....	- 143 -
4.1.7.6.Familie Tellinidae de Blainville 1814.....	- 146 -
4.1.7.7.Familie Solecurtidae d'Orbigny 1846.....	- 150 -
4.1.7.8.Familie Tancrediidae Meek 1864.....	- 151 -
4.1.7.9.Familie Arcticidae Newton 1891	- 152 -
4.1.7.10.Familie Corbiculidae Gray 1847.....	- 155 -
4.1.7.11.Familie Veneridae Rafinesque 1815	- 157 -
4.1.8. <i>Ordnung Myoida Stoliczka 1870</i>	- 165 -
4.1.8.1.Familie Corbulidae Lamarck 1818.....	- 165 -
4.1.8.2.Familie: Hiatellidae Gray 1824.....	- 166 -
4.1.9. <i>Ordnung Pholadomyoida Newell 1965</i>	- 175 -
4.1.9.1.Familie Pholadomyidae Gray 1847.....	- 175 -
4.1.9.2.Familie Cuspidariidae Dall 1886	- 179 -
4.2. KLASSE GASTROPODA CUVIER 1797	- 180 -
4.2.1. <i>Ordnung Patellogastropoda Lindberg 1986</i>	- 180 -
4.2.1.1.Familie Nacellidae Thiele 1929	- 180 -
4.2.2. <i>Ordnung Caenogastropoda Thiele 1925</i>	- 181 -
4.2.2.1.Familie Turritellidae Lamarck 1799	- 181 -
4.2.2.2.Familie Cassidae Latreille 1825.....	- 183 -
4.2.2.3.Familie Naticidae Gray 1840	- 184 -
4.2.2.4.Familie Aporrhaidae Gray 1850.....	- 190 -
4.2.2.5.Familie Strombidae Rafinesque 1815	- 196 -
4.2.2.6.Familie Pugnelliidae Kiel & Bandel 1999	- 197 -
4.2.2.7.Familie Struthiolariidae Marwick 1924	- 198 -
4.2.2.8.Familie: Buccinidae Rafinesque 1815	- 201 -
4.2.2.9.Familie Fasciolariidae Gray 1853	- 203 -
4.2.2.10.Familie Tudicidae Cossman 1901.....	- 207 -

4.2.2.11.Familie Pseudolividae Cossmann 1901	- 214 -
4.2.2.12.Familie Turridae Swainson 1840	- 215 -
4.2.2.13.Familie Epitoniidae Berry 1910	- 217 -
4.2.3. <i>Ordnung Cephalaspidea Fischer 1887</i>	- 218 -
4.2.3.1.Familie Acteonidae d'Orbigny 1835	- 218 -
4.2.3.2.Familie Ringiculidae Philippi 1853	- 221 -
4.2.3.3.Familie Scaphandridae Montfort 1810	- 223 -
5. FOTOTAFELN	- 226 -
6. PALÄOBIODIVERSITÄT	- 261 -
6.1.FAUNENZUSAMMENSETZUNG IN DEN VERSCHIEDENEN ARBEITSGEBIETEN	- 261 -
6.2.STRATIGRAPHISCHE REICHWEITEN	- 263 -
6.2.1. <i>Bajo de Añelo</i>	- 263 -
6.2.1.1.BJG Profil	- 263 -
6.2.2. <i>Sierra Huantraico</i>	- 265 -
6.2.2.1.HU Profil	- 265 -
6.2.3. <i>Paso del Sapo</i>	- 268 -
6.2.3.1.SM Profil	- 268 -
6.2.4. <i>Zusammenfassung Stratigraphische Reichweiten</i>	- 271 -
6.3.NEUE GATTUNGEN, EINWANDERER, ÜBERLEBENDE UND PALÄOGEOGRAPHIE	- 271 -
6.4.LOKALE PALÄOBIODIVERSITÄTSMUSTER	- 273 -
6.4.1. <i>Alpha-Paläobiodiversität</i>	- 273 -
6.4.1.1.BJG Profil Gesamtfauna	- 273 -
6.4.1.2.BJG Profil Bivalven	- 273 -
6.4.1.3.OP Profil Gesamtfauna	- 274 -
6.4.1.4.OP Profil Bivalven	- 274 -
6.4.1.5.HU Profil Gesamtfauna	- 274 -
6.4.1.6.HU Bivalven	- 274 -
6.4.1.7.SM Profil Gesamtfauna	- 274 -
6.4.1.8.SM Profil Bivalven	- 276 -
6.4.1.9.SM Ton- und Siltsteine Gesamtfauna	- 276 -
6.4.1.10.SM Ton- und Siltsteine Bivalven	- 276 -
6.4.1.11.SM Faziesassoziation II Gesamtfauna	- 276 -
6.4.1.12.SM Faziesassoziation II Bivalven	- 276 -
6.4.1.13.Zusammenfassung Alpha-Paläobiodiversität	- 278 -
6.4.2. <i>Paläobiodiversität nach Rarefaction</i>	- 278 -
6.4.2.1.BJG Profil Gesamtfauna	- 278 -
6.4.2.2.BJG Profil Bivalven	- 278 -
6.4.2.3.OP Profil Gesamtfauna	- 278 -
6.4.2.4.OP Profil Bivalven	- 278 -
6.4.2.5.HU Profil Gesamtfauna	- 279 -
6.4.2.6.HU Profil Bivalven	- 280 -
6.4.2.7.SM Profil Gesamtfauna	- 280 -

6.4.2.8.SM Profil Bivalven	- 280 -
6.4.2.9.SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfaua	- 280 -
6.4.2.10.SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven.....	- 281 -
6.4.2.11.SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaua	- 281 -
6.4.2.12.SM Profil Faziesassoziation II Bivalven.....	- 282 -
6.4.2.13.Zusammenfassung Paläobiodiversität nach Rarefaction.....	- 282 -
6.4.3. <i>Shannon-Index H</i>	- 282 -
6.4.3.1.BJG Profil Gesamtfaua	- 282 -
6.4.3.2.BJG Profil Bivalven	- 282 -
6.4.3.3.OP Profil Gesamtfaua	- 283 -
6.4.3.4.OP Profil Bivalven	- 283 -
6.4.3.5.HU Profil Gesamtfaua.....	- 283 -
6.4.3.6.HU Profil Bivalven	- 283 -
6.4.3.7.SM Profil Gesamtfaua.....	- 283 -
6.4.3.8.SM Profil Bivalven	- 283 -
6.4.3.9.SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfaua	- 284 -
6.4.3.10.SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven.....	- 285 -
6.4.3.11.SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaua	- 285 -
6.4.3.12.SM Profil Faziesassoziation II Bivalven.....	- 285 -
6.4.3.13.Zusammenfassung Shannon-Index	- 285 -
6.4.4. <i>Evenness J</i>	- 286 -
6.4.4.1.BJG Profil Gesamtfaua	- 286 -
6.4.4.2.BJG Profil Bivalven	- 286 -
6.4.4.3.OP Profil Gesamtfaua	- 287 -
6.4.4.4.OP Profil Bivalven	- 287 -
6.4.4.5.HU Profil Gesamtfaua.....	- 287 -
6.4.4.6.HU Bivalven.....	- 287 -
6.4.4.7.SM Profil Gesamtfaua.....	- 287 -
6.4.4.8.SM Profil Bivalven	- 287 -
6.4.4.9.SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfaua	- 289 -
6.4.4.10.SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven.....	- 289 -
6.4.4.11.SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaua	- 289 -
6.4.4.12.SM Profil Faziesassoziation II Bivalven.....	- 289 -
6.4.4.13.Zusammenfassung Evenness.....	- 289 -
6.4.5. <i>Zusammenfassung Lokale Paläobiodiversitätsmuster</i>	- 290 -
6.4.6. <i>Permutationstest und Verschieben der K/Pg-Grenze</i>	- 291 -
6.5. PALÄOBIODIVERSITÄTSDYNAMIK.....	- 292 -
6.5.1. <i>Aussterbe- und Neuentstehungsraten in Neuquén und Chubut</i>	- 292 -
6.5.1.1.Gesamtregion und Arbeitsgebiete	- 292 -
6.5.1.2.Aussterbe- und Neuentstehungsraten taxonomischer Gruppen der Gesamtregion	- 295 -
6.5.1.3.Aussterbe- und Neuentstehungsraten in ökologischen Gruppen der Gesamtregion	- 297 -

6.5.1.3.1. Ernährungsweise	- 297 -
6.5.1.3.2. Lebensweise	- 299 -
6.5.1.3.3. Mineralogie	- 301 -
6.5.1.3.4. Mobilität	- 301 -
6.5.1.3.5. Paläogeographische Verbreitung	- 302 -
6.5.1.3.6. Vorkommen (nach PBDB)	- 303 -
6.5.1.3.7. Regionale Abundanz (Häufigkeit)	- 303 -
6.5.2. Aussterbe- und Neuentstehungsraten anderer Regionen	- 304 -
6.5.2.1. Ausgewählte K/Pg- Profile (Brazos, Braggs, Dänemark)	- 304 -
6.5.2.2. Antarktis, Südamerika, Südhemisphäre ab 40° Paläobreite	- 304 -
6.5.3. Aussterbe- und Neuentstehungsraten taxonomischer Gruppen (global)	- 305 -
6.5.4. Zusammenfassung Aussterbe- und Neuentstehungsraten	- 306 -
7. QUANTITATIVE PALÄOÖKOLOGIE	- 307 -
7.1. INDIVIDUENZAHLEN	- 307 -
7.1.1. BJG Profil	- 307 -
7.1.2. BJG B Profil	- 307 -
7.1.3. OP Profil	- 308 -
7.1.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle	- 309 -
7.1.5. HU Profil	- 309 -
7.1.6. SM Profil	- 309 -
7.1.7. SM Tonsteine	- 309 -
7.1.8. SM Ton- und Siltsteine	- 309 -
7.1.9. Zusammenfassung Individuenzahlen	- 310 -
7.2. ERNÄHRUNGSWEISE	- 310 -
7.2.1. BJG Profil	- 310 -
7.2.2. BJG B Profil	- 312 -
7.2.3. OP Profil	- 312 -
7.2.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle	- 313 -
7.2.5. Bajo de Añelo <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 314 -
7.2.6. HU Profil	- 314 -
7.2.7. Sierra Huantraico <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 315 -
7.2.8. SM Profil	- 319 -
7.2.9. Paso del Sapo <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 321 -
7.2.10. SM Profil Tonsteine	- 321 -
7.2.11. Paso del Sapo Tonsteine <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 322 -
7.2.12. SM Profil Ton- und Siltsteine	- 322 -
7.2.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 323 -
7.2.14. Gesamtregion <i>Maastrichtium</i> vs. <i>Daniam</i>	- 324 -
7.2.15. Zusammenfassung Ernährungsweise	- 327 -
7.3. LEBENSWEISE	- 328 -
7.3.1. BJG Profil	- 328 -
7.3.2. BJG B Profil	- 328 -

7.3.3. OP Profil	- 328 -
7.3.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle	- 329 -
7.3.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium.....	- 329 -
7.3.6. HU Profil.....	- 329 -
7.3.7. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium.....	- 330 -
7.3.8. SM Profil	- 330 -
7.3.9. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium	- 330 -
7.3.10. SM Profil Tonsteine	- 330 -
7.3.11. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium	- 331 -
7.3.12. SM Profil Ton- und Siltsteine.....	- 331 -
7.3.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium.....	- 331 -
7.3.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium	- 331 -
7.3.15. Zusammenfassung Lebensweise.....	- 334 -
7.4. GILDEN.....	- 334 -
7.4.1. BJG Profil.....	- 334 -
7.4.2. BJG B Profil	- 335 -
7.4.3. OP Profil	- 335 -
7.4.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle	- 336 -
7.4.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium.....	- 339 -
7.4.6. HU Profil.....	- 339 -
7.4.7. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium.....	- 340 -
7.4.8. SM Profil	- 342 -
7.4.9. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium	- 344 -
7.4.10. SM Profil Tonsteine	- 346 -
7.4.11. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium	- 346 -
7.4.12. SM Profil Ton- und Siltsteine.....	- 347 -
7.4.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium.....	- 348 -
7.4.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium	- 350 -
7.4.15. Zusammenfassung Gilden	- 350 -
7.5. MOBILITÄT	- 352 -
7.5.1. BJG Profil Gesamtfauna	- 352 -
7.5.2. BJG Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten.....	- 352 -
7.5.3. OP Profil Gesamtfauna	- 352 -
7.5.4. OP Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten.....	- 353 -
7.5.5. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle Gesamtfauna	- 353 -
7.5.6. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium.....	- 353 -
7.5.7. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle ohne Depositfresser und Chemosymbionten	- 353 -
7.5.8. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten	- 353 -
7.5.9. HU Profil Gesamtfauna.....	- 355 -
7.5.10. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium	- 355 -
7.5.11. HU Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten.....	- 355 -

7.5.12.	<i>Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 355 -
7.5.13.	<i>SM Profil Gesamtfauna</i>	- 355 -
7.5.14.	<i>Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium</i>	- 357 -
7.5.15.	<i>SM Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 357 -
7.5.16.	<i>Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 357 -
7.5.17.	<i>SM Profil Tonsteine Gesamtfauna</i>	- 357 -
7.5.18.	<i>Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium</i>	- 357 -
7.5.19.	<i>SM Profil Tonsteine ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 358 -
7.5.20.	<i>Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 358 -
7.5.21.	<i>SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfauna</i>	- 358 -
7.5.22.	<i>Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium</i>	- 359 -
7.5.23.	<i>SM Profil Ton- und Siltsteine ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 359 -
7.5.24.	<i>Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 359 -
7.5.25.	<i>Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium</i>	- 359 -
7.5.26.	<i>Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten</i>	- 360 -
7.5.27.	<i>Zusammenfassung Mobilität</i>	- 360 -
7.6.	GRÖßE	- 362 -
7.7.	SCHALENMINERALOGIE	- 362 -
7.7.1.	<i>BJG Profil</i>	- 363 -
7.7.2.	<i>BJG Profil ohne Korallen</i>	- 363 -
7.7.3.	<i>OP Profil</i>	- 363 -
7.7.4.	<i>OP Profil ohne Korallen</i>	- 363 -
7.7.5.	<i>Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium</i>	- 363 -
7.7.6.	<i>Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen</i>	- 364 -
7.7.7.	<i>HU Profil</i>	- 364 -
7.7.8.	<i>Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium</i>	- 364 -
7.7.9.	<i>HU Profil ohne Korallen</i>	- 364 -
7.7.10.	<i>Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen</i>	- 366 -
7.7.11.	<i>San Martin Profil</i>	- 366 -
7.7.12.	<i>Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium</i>	- 366 -
7.7.13.	<i>Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium</i>	- 366 -
7.7.14.	<i>Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen</i>	- 366 -
7.7.15.	<i>Zusammenfassung Schalenmineralogie</i>	- 366 -
7.8.	ZUSAMMENFASSUNG PALÄOÖKOLOGIE	- 367 -
8.	DISKUSSION	- 368 -
8.1.	FAUNENZUSAMMENSETZUNG/FOSSILFÜHRUNG	- 368 -
8.2.	INDIVIDUENZAHLEN	- 368 -

8.3. LOKALE PALÄOBIODIVERSITÄTSMUSTER DURCH DIE ZEIT	- 369 -
8.4. PALÄOBIODIVERSITÄTSDYNAMIK	- 371 -
8.5. SELEKTIVITÄT	- 373 -
8.5.1. <i>Ernährungsweisen und Gilden</i>	- 373 -
8.5.1.1. Regionale Muster in Patagonien	- 374 -
8.5.1.2. Muster anderer Regionen im Vergleich	- 377 -
8.5.1.3. Globale Muster	- 379 -
8.5.2. <i>Lebensweise</i>	- 380 -
8.5.3. <i>Mobilität</i>	- 380 -
8.5.4. <i>Larvalstadien</i>	- 381 -
8.5.5. <i>Mineralogie</i>	- 382 -
8.5.6. <i>Größe</i>	- 383 -
8.5.7. <i>Paläogeographische Verbreitung und Häufigkeit</i>	- 384 -
8.6. DAUER DER ERHOLUNG NACH DER K/PG-GRENZE	- 386 -
8.7. URSACHE DES K/PG- AUSSTERBENS UND ANDERE MASSENAUSSTERBEN	- 388 -
8.7.1. <i>Perm-Trias-Grenze (P/Tr-Grenze)</i>	- 389 -
8.7.2. <i>Trias-Jura-Grenze</i>	- 390 -
9. SCHLUSSFOLGERUNGEN	- 392 -
10. DANKSAGUNG	- 394 -
11. LITERATURVERZEICHNIS	- 395 -
12. APPENDIX	- 415 -

1. Einleitung

1.1. Kreide-Paläogen-Grenze

An der Kreide-Paläogen-Grenze (K/Pg-Grenze) vor 65,5 ($\pm 0,3$) Mio. Jahren fand ein bedeutendes Massenaussterbe-Ereignis statt. Aufgrund seiner Intensität wird es zu den sogenannten „Big-Five“ gezählt, den fünf größten Aussterbeereignissen des Phanerozoikum (Raup & Sepkoski 1982). Ganze Organismengruppen verschwanden vollständig, wie beispielsweise nicht-aviforme Dinosaurier, Mosasaurier, Ammoniten und Belemniten. Auch marines Plankton, vor allem das kalkige Nannoplankton und planktische Foraminiferen, aber auch Bivalven waren schwer betroffen. Etwa 50% der marinen Gattungen überlebten die K/Pg-Grenze nicht (Jablonski & Raup 1995).

Während früher teilweise von einem graduellen Aussterben ausgegangen wurde, bei dem z. B. unter Ammoniten ein Rückgang der Paläobiodiversität schon deutlich vor der K/Pg-Grenze postuliert wurde (Wiedmann 1973, 1988; Ward 1983), zeigen neuere Untersuchungen, dass das Aussterbeereignis wahrscheinlich doch abrupt war. Mit der Kalkulation von stratigraphischen Konfidenz-Intervallen konnte gezeigt werden, dass bei Ammoniten das Aussterbeereignis mit großer Wahrscheinlichkeit an der K/Pg-Grenze stattfand (Marshall & Ward 1996).

Das Massenaussterben an der K/Pg-Grenze wird gewöhnlich durch eine Produktivitätskrise, die durch den Einschlag eines Meteoriten verursacht wurde, erklärt. Diese Produktivitätskrise ist durch einen weitverbreiteten negativen Ausschlag des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes und durch eine Abnahme des $\delta^{13}\text{C}$ -Gradienten zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser belegt (Zachos et al. 1989; Kaiho et al. 1999). Die Zeitdauer, die marines Plankton und terrestrische Primärproduzenten für die Erholung benötigten, unterschied sich, wobei die Erholung bei Landpflanzen schneller als bei marinen Primärproduzenten verlief (Arens & Jahren 2000).

Der Meteoriten-Einschlag an der K/Pg-Grenze ist durch den Chicxulub-Krater, der einen Durchmesser von etwa 180 km hat, auf der Yucatán Halbinsel Mexikos belegt (Hildebrand et al. 1991). Für den Durchmesser des Meteoriten werden etwa 10 km angenommen (Alvarez et al. 1980). Großen Einfluss auf die Auswirkungen dieses Einschlags hatte die Lokalität des Aufpralls, die sich auf einer Karbonatplattform (Schelfmeer) befand. Durch die Kalksteine, Dolomite und Evaporite (im wesentlichen Anhydrit) im Golf von Mexiko wurde sehr viel Karbonat und Schwefel freigesetzt (Sigurdsson et al. 1992). Die Auswirkungen des Einschlags waren Abschwächung der Sonneneinstrahlung durch Staub und Ruß, Sulfat-Aerosole, Bildung von Salpeter- und Schwefelsäure und damit verbundener Saurer Regen sowie weitverbreitete Waldbrände (Alvarez et al. 1980; Crutzen 1987; Wolbach 1988; Pope 2002). Dazu kamen die Folgen durch die freigesetzten klima-aktiven Gase. Schwefel-Aerosole führen zu einer Abkühlung, CO_2 dagegen langfristig zu einem Treibhauseffekt und einer damit verbundenen Erwärmung (O'Keefe & Ahrens 1989; Sigurdsson et al. 1992). Als Indikator für die K/Pg-Grenze ist eine Iridium-Anomalie mit globaler Verbreitung charakteristisch, ebenso wie durch Schock-Metamorphose entstandene geschockte Quarze und Spinelle (Kießling & Claeys 2001).

Am Ende der Ober-Kreide kam es zu intensivem Vulkanismus, dessen Produkt die Decan-Trapp-Basalte Indiens sind. Durch die Freisetzung großer Mengen klimaaktiver Gase und Staub während der Effusion können auch diese zu erheblichen Umweltveränderungen, die denen eines Meteoriteneinschlags ähnelten, beigetragen haben, zumal der Großteil der Decan-Trapp-Basalte innerhalb eines kurzen Zeitraums von weniger als 1 Mio. Jahren freigesetzt wurde (Courtillot et al. 1986).

1.2. Fragestellung und Ziele

Das Aussterbeereignis an der K/Pg-Grenze ist das am besten untersuchte der sogenannten „Big Five“ Massenaussterben des Phanerozoikum. Zahlreiche Arbeiten haben mit dem Chicxulub-Einschlag auf der Yucatán-Halbinsel den wahrscheinlichen Verursacher des K/Pg-Ereignisses zum Thema (u. a. O’Keefe & Ahrens 1989; Pope 1994; Schultz & D’Hondt 1996; Claeys et al. 2002; Gerasimov 2002).

In vielen Arbeiten wird der Faunenschnitt an der K/Pg-Grenze thematisiert, wobei Aussterberaten bestimmter Organismengruppen im Blickpunkt stehen (u. a. Raup & Jablonski 1993). Aber nicht nur die Paläobiodiversitätsdynamik ist bei der Analyse von Faunenschnitten wichtig, sondern auch die paläoökologischen Veränderungen. An der K/Pg-Grenze wird ein starker Einschnitt in der Primärproduktion vermutet. Darauf deuten die starken Verluste innerhalb des kalkigen Nannoplanktons (Pospichal 1996) und der Rückgang des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes (u.a. Stott & Kennett 1990) sowie die Abnahme des $\delta^{13}\text{C}$ -Gradienten zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser (Zachos et al. 1989). Diese Produktivitätskrise wird als möglicher Aussterbemechanismus für zahlreiche Opfer des K/Pg-Ereignisses angesehen (Sheehan & Hansen 1986; Rhodes & Thayer 1991). Um die paläoökologischen Veränderungen detailliert zu analysieren, sind Untersuchungen erforderlich, die an K/Pg-Grenzprofilen die Fauna quantitativ erfassen. So konzentrieren sich einige Arbeiten an K/Pg-Grenzprofilen in Nordamerika und Europa auf die Veränderungen der Faunenzusammensetzungen (Bryan & Jones 1989; Hansen et al. 1993; Heinberg 1999). Dabei stehen Aspekte der Selektivität des Aussterbens und der Erholungsphase im Danium im Blickpunkt.

Aus Argentinien liegen bisher wenige paläontologische Daten vor, die sich mit faunistischen und ökologischen Mustern im Bereich der K/Pg-Grenze befassen (Griffin & Hünicken 1994; Casadío 1994). In der Chubut- und der Neuquén Provinz ist die K/Pg-Grenze in einigen Regionen sehr gut aufgeschlossen. Dennoch existieren kaum Arbeiten, die ausführlich auf den Fossilinhalt des Maastrichtiums und Daniums der untersuchten Gebiete in der Neuquén und der Chubut Provinz sowie angrenzender Gebiete eingehen. Vor allem Fossilien des südlichen Patagoniens standen in älteren Arbeiten im Fokus (Feruglio 1935, 1936). In verschiedenen Publikationen finden sich Bivalven und Gastropoden der Lefipán Formation des mittleren Chubut (Petersen 1946; Medina et al. 1990; Medina & Olivero 1994). Casadío (1994) beschrieb Invertebraten des Maastrichtium und Danium der La Pampa Provinz, Parras (1999) die der Mendoza Provinz. Del Río et al. (2007) beschränkten sich auf Mollusken des Danium der Roca Formation der La Pampa Provinz.

Es ist das Ziel dieser Arbeit, die lokalen Paläobiodiversitätsmuster, die Paläobiodiversitätsdynamik und die paläoökologischen Veränderungen von benthischen Mollusken an der K/Pg-Grenze in Patagonien möglichst detailliert zu erfassen, um diese Lücke zu schließen. Daher wurde anhand mehrerer Profile über die K/Pg-Grenze die Entwicklung der Faunenzusammensetzungen im Maastrichtium und Danium untersucht. Folgende Fragen standen dabei im Mittelpunkt dieser Arbeit:

Wie intensiv waren benthische Mollusken in Patagonien vom Aussterbeereignis an der K/Pg-Grenze betroffen?

Gibt es Unterschiede zur Intensität in Nordamerika, Europa und evtl. eine Abhängigkeit von der Distanz zum Chicxulub Krater, dem wahrscheinlichen Verursacher der Krise?

Gibt es auf taxonomischer oder ökologischer Ebene eine Selektivität im Aussterben bzw. der Erholung (Recovery)?

Welche Paläobiodiversitätsmuster sind in den K/Pg-Grenzprofilen zu beobachten?

Neben der genannten Fragen im Hinblick auf die Paläobiodiversitätsdynamik und lokale Paläobiodiversitätsmuster standen im Rahmen dieser Arbeit die paläoökologischen Veränderungen der Faunenassoziationen im Mittelpunkt. Die Benthosfaunen werden in den untersuchten Profilen von Mollusken dominiert. Der größte Anteil davon entfällt auf Bivalven, auch Gastropoden sind zahlreich vertreten. Weitere Faunenelemente sind Korallen, Echinoideen, Scaphopoden, Serpuliden und Bryozoen.

Benthische Makroinvertebraten unterscheiden sich in verschiedenen ökologischen Parametern wie Ernährungsweise, Lebensweise und Mobilität. Daher müssten sich Veränderungen in der belebten und unbelebten Umwelt auch auf die Zusammensetzung der Faunenassoziationen auswirken.

Die Auswirkungen einer Produktivitätskrise würden v.a. solche Organismengruppen stark treffen, die direkt von Primärproduzenten als Nahrungsquelle abhängig sind, d.h. im Meer, diejenigen Gruppen, die vom marinen Plankton abhängen. Verschiedene Studien gehen davon aus, dass Suspensionsfresser bei einer Produktivitätskrise stärker betroffen sein müssten, während Depositfresser im Vorteil wären (Rhodes & Thayer 1991; Sheehan et al. 1996). Eine Bivalven-Familie, die in diesem Zusammenhang erwähnt werden muss, sind die Luciniden. Sämtliche rezenten Vertreter der Lucinidae, die bisher daraufhin untersucht wurden, beherbergen in ihren Kiemen Chemosymbionten (Taylor & Glover 2000). Bei diesen Chemosymbionten handelt es sich um sulfid-oxidierende Bakterien. Neben der Aufnahme von Nahrungspartikeln durch Suspension und durch Depositfressen dienen die Bakterien und deren Stoffwechselprodukte den Luciniden als Nahrungsquelle (Le Pennec et al. 1995; Duplessis et al. 2004). Damit sind Vertreter der Lucinidae unabhängiger vom Planktonangebot als die meisten anderen Bivalven.

Die folgenden paläoökologischen Veränderungen sind aufgrund des verminderten Planktonangebots an der K/Pg-Grenze zu erwarten: 1. eine Abnahme der Individuenzahlen der Benthosorganismen, 2. eine Abnahme der vom Plankton als Nahrungsquelle direkt abhängi-

gen Organismen, 3. eine Abnahme der Benthonten mit planktotrophen Larvalstadien, 4. eine Größenabnahme der Benthosorganismen und 5. eine Abnahme der Organismen mit hoher Stoffwechselrate bzw. aktiver, mobiler Lebensweise.

1.3. Geologischer Rahmen und Stratigraphie

Im Maastrichtium und Danium waren weite Bereiche des argentinischen Teils von Patagonien überflutet. Die verschiedenen epikontinentalen Becken standen dabei in Verbindung mit dem Südatlantik. Von Norden nach Süden werden in Argentinien insgesamt fünf größere Becken unterschieden, und zwar das Salado Becken, das Colorado Becken, das Neuquén Becken, das San Jorge/Cañadón Asfalto Becken und das Austral Becken (Casadío 1994) (Abb. 1.1). Die hier untersuchten Profile liegen in zwei verschiedenen Becken, dem Neuquén Becken und dem Cañadón Asfalto Becken.

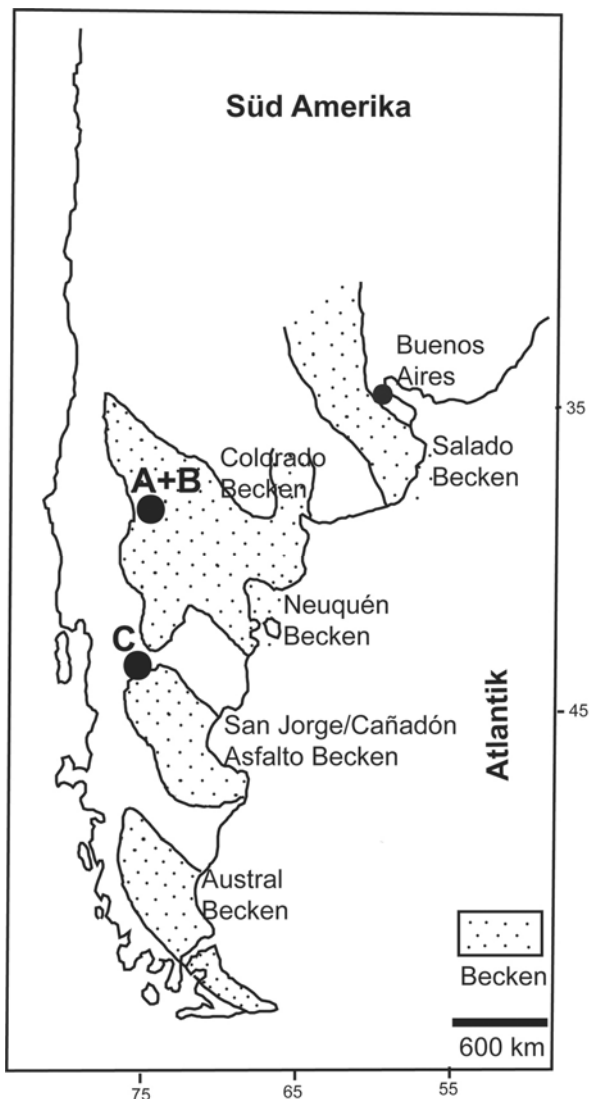


Abb. 1.1: Südliches Südamerika mit den verschiedenen epikontinentalen Becken während des Maastrichtiums und Daniums (modifiziert nach Casadío 1994).

1.3.1. Neuquén Becken

Das Neuquén Becken erstreckte sich über Teile der Provinzen Río Negro, Neuquén, La Pampa und Mendoza. Dieses Epikontinentalmeer bildete nach Westen eine schmale Bucht, die sich zum Atlantik nach Osten hin öffnete (Uliana & Biddle 1988; Barrio 1990). Im Neuquén Becken sind ober-triassische bis miozäne, kontinentale und marine Sedimente enthalten.

Seit der Ober-Kreide hatte das Neuquén Becken den Charakter eines Vorland-Beckens, in dem vom Ober-Campanium bis ins Paleozän die Sedimente der Malargüe Gruppe des Malalhueyano Zyklus abgelagert wurden. Dieser Zyklus beinhaltet die erste vom Atlantik ausgehende Transgression in das Neuquén Becken.

1.3.1.1. Malargüe Gruppe

Die Malargüe Gruppe setzt sich aus folgenden Formationen zusammen (Barrio 1990) (Abb. 1.2): Loncoche Formation (Ober-Campanium - Unter-Maastrichtium) und deren Äquivalent im östlichen Bereich des Neuquén Beckens, der Allen Formation. Die Ton-, Silt- und Mergelsteine sowie die Evaporite der Loncoche Formation werden meist als lakustrisch betrachtet, aber teilweise auch als Ablagerungen tiden-dominierten Ästuare angesehen (Barrio 1990; Parma & Casadío 2005). Bei den Ton- und Kalksteinen und den Evaporiten der Allen Formation handelt es sich um litorale marine Ablagerungen (Uliana & Dellape 1981).

Im Hangenden folgen die Jagüel Formation (Ober-Maastrichtium - Danium) und die Roca Formation (Ober-Maastrichtium - Danium) (siehe unten). Diese beiden letztgenannten marinen Formationen werden von kontinentalen Rotsedimenten, vorwiegend Sand- und Tonsteinen, der Carrizo Formation im Ostteil des Neuquén Beckens bzw. der Pircala Formation im Bereich der Sierra Huantraico Region überlagert (Uliana & Dellape 1981; Barrio 1990). Die lakustrischen und fluviatilen Ablagerungen der Pircala und Carrizo Formationen haben paleozänes bis eozänes Alter. Für den untersuchten Zeitraum vom Maastrichtium bis Danium wird für das Neuquén Becken ein semi-arides Klima angenommen (Barrio 1990).

Von den Formationen der Malargüe Gruppe sind für diese Arbeit nur die Jagüel und die Roca Formation von Bedeutung, da sie das Zeitintervall der K/Pg-Grenze mit marinen Makroinvertebraten enthalten.

1.3.1.1.1. Jagüel Formation

Die Jagüel Formation setzt sich aus sehr monotonen, kalkhaltigen Tonsteinen zusammen, die eine Mächtigkeit von etwa 95 m haben (Uliana & Delappe 1981). Das Alter der Jagüel Formation reicht vom mittleren Maastrichtium bis ins Danium, was durch palynologische und mikropaläontologische Untersuchungen an Dinoflagellaten, Coccolithophoriden und planktischen Foraminiferen belegt ist (Uliana & Delappe 1981; Papú et al. 1999).

1.3.1.1.2. Roca Formation

Die Roca Formation überlagert vielerorts die Jagüel Formation und ist in diesen Fällen dem Danium zuzuordnen. Zum Teil ersetzt sie jedoch die Jagüel Formation und reicht dann vom Maastrichtium bis ins Danium. An der Typuslokalität 12 km nördlich von General Roca

im östlichen Neuquén Becken beträgt die Mächtigkeit der Roca Formation 45 bis 50 m. Dort setzt sie sich aus Karbonaten und Evaporiten zusammen (Barrio 1990).

Im westlichen Bereich des Neuquén Beckens treten neben dickbankigen Karbonaten auch kalkhaltige Sandsteine auf. Die Mächtigkeit der Roca Formation ist hier deutlich größer und erreicht 150 m (Barrio 1990). Untersuchungen von Foraminiferen und Makrofossilien ergaben für die Roca Formation ein Alter vom Maastrichtium bis zum Danium (Bertels 1969; Ramos 1981; Manceñido & Damborenea 1984).

	Paläogen	W Sierra Huantraico		Bajo de Añelo	O	
			Pircala Form.	Carrizo Form.		
Kreide	Danium	Malargüe Gruppe	Roca Form.			
	Maastrichtium					
	Roca Form.					Jagüel Form.
	Jagüel Form.					
Campanium	Loncoche Form.	Allen Form.				
Neuquén Gruppe						

Abb. 1.2: Stratigraphie (schematisch) der Malargüe Gruppe (Neuquén Becken) im Bereich der Arbeitsgebiete der Sierra Huantraico im Westen (W) und von Bajo de Añelo im Osten (O) (modifiziert nach Barrio 1990).

1.3.2. Cañadón Asfalto Becken

Das Cañadón Asfalto Becken war die nordwestliche Fortsetzung des San Jorge Beckens. Letzteres nahm große Teile des zentralen Patagoniens ein und erstreckte sich vom Schelf vor der Ostküste Argentiniens über weite Bereiche der Santa Cruz und der Chubut Provinz bis zum Fuße der Anden (Scasso et al. eingereicht). Beim Cañadón Asfalto Becken handelte es sich um ein Halbgraben-Becken, das im Jura entstand (Scasso et al. eingereicht).

Die K/Pg-Grenze liegt innerhalb der Lefipán Formation, die vom Maastrichtium bis ins Danium reicht. Diese wird unterlagert von kreuzgeschichteten Sandsteinen der Paso del Sapo Formation, die als fluviatil- bis tidenbeeinflusste Ablagerungen von Ästuaren interpretiert wurden (Spalletti 1996). Die etwa 145 m mächtige Paso del Sapo Formation wurde im Campanium und Maastrichtium abgelagert und enthält einige Kohlebänke und Tonsteine (Papú et al. 1988).

Die Lefipán Formation wird diskordant überlagert von einem vulkanischen Komplex, dem Ignimbrita Barda Colorado (Aragón & Mazzoni 1997), der spätpaleozänes bis mitteleo-

zänes Alter hat (Archangelsky 1974; Mazzoni et al. 1991; Wilf et al. 2003) und Teil des vulkanisch-pyroklastischen Komplexes des mittleren Chubut ist.

1.3.2.1. Lefipán Formation

Im Cañadón Asfalto Becken stand die Lefipán Formation im Fokus dieser Arbeit, da sie die K/Pg-Grenze beinhaltet. Die Mächtigkeit der Lefipán Formation beträgt etwa 200 m (Spalletti 1996), nach eigenen Ergebnissen sogar über 200 m (s.u.). Die Sedimente setzen sich aus Sandsteinen und Tonsteinen mit wenigen karbonatischen Bänken und Konglomeraten zusammen (Scasso et al. unveröffentlicht). Die biostratigraphische Gliederung ist verhältnismäßig grob und beruht auf Faunenassoziationen von Bivalven und Gastropoden. Es wurden bisher drei Vergesellschaftungen unterschieden, wobei eine dem Maastrichtium und zwei dem Danium zugeordnet wurden (Medina et al. 1990; Medina & Olivero 1994).

2. Arbeitsgebiete und Profile

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Arbeit Profile aus drei verschiedenen Arbeitsgebieten untersucht, die unterschiedliche marine Ablagerungsbereiche repräsentieren. Alle Arbeitsgebiete befinden sich im patagonischen Teil Argentiniens. Davon liegen zwei Arbeitsgebiete im nördlichen Bereich von Patagonien in der Neuquén Provinz, das dritte Arbeitsgebiet befindet sich weiter südlich in der Chubut Provinz (Abb. 2.1).

Die Arbeitsgebiete, in denen detaillierte Profile aufgenommen wurden, werden im Folgenden ausführlich vorgestellt. Weitere Profile mit nicht genau lokalisierbarer K/Pg-Grenze wurden ebenfalls untersucht. Diese werden in diesem Kapitel aber nur kurz erläutert, da sie nicht in die Analysen einbezogen wurden.

2.1. Arbeitsgebiet A: Bajo de Añelo

2.1.1. Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo befindet sich im östlichen Teil der Neuquén Provinz. Es liegt etwa 100 km nord-nordwestlich der Provinzhauptstadt Neuquén und ca. 35 km nordöstlich Añelo (Abb. 2.2). Es wurden in der Nähe der Ruta Provincial 8 zwei größere Profile und ein geringmächtiges Profil aufgenommen.

2.1.2. Profile

2.1.2.1. Bajada del Jagüel Profil (BJG)

Das Profil von Bajada del Jagüel (BJG) befindet sich im Bereich der Typuslokalität der Jagüel Formation (Uliana 1979) (Abb. 2.3). Die Koordinaten des BJG Profils sind 38,1028° S, 68,3892° W. Die K/Pg-Grenze befindet sich in einer Höhe von ca. 518 m ü. NN.

Im BJG Profil sind die Jagüel, Roca und Carrizo Formationen aufgeschlossen (Abb. 2.4 A). Die K/Pg-Grenze liegt innerhalb der Jagüel Formation, weshalb sich die Probennahme auf die Jagüel Formation beschränkte. Dagegen wurden die bioklastischen Karbonate der Roca Formation im Hangenden nicht quantitativ beprobt. Die Mächtigkeit des BJG Profils beträgt 24,60 m, wobei die Anteile von Maastrichtium (11,90 m) und Danium (12,70 m) fast gleich mächtig sind (Abb. 2.5).

Das gesamte Profil der Jagüel Formation setzt sich aus den für diese Formation typischen Tonsteinen zusammen, deren Farbe im Maastrichtium meist graugrün oder graugelb ist. Im Danium besitzen die Tonsteine eine graue bis grüne Farbe. Die K/Pg-Grenze wird hier durch eine grüne bis gelbe Sandsteinbank (Probenhorizont BJG 28) gebildet, die in ihrer Mächtigkeit zwischen 15 und 25 cm schwankt (Abb. 2.4 B). Sie ist stark bioturbirt und fällt durch die in diesem Profil einmalig auftretende deutlich größere Korngröße auf (Scasso et al. 2005). Eine Analyse der kalkigen Nannofossilien hat gezeigt, dass die Sandsteinbank bereits ins Danium zu stellen ist. In deren oberen Bereich wurden mit *Biantholus sparsus* und *Cyclagelosphaera alta* zwei typische Vertreter der ersten känozoischen Nannofossil-Zone (NP1 bzw. NNTp1) nachgewiesen (Scasso et al. 2005). Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass teilweise



Abb. 2.1: Südliches Südamerika mit der Lage der verschiedenen Arbeitsgebiete: Bajo de Añelo (A), Sierra Huantraico (B1), General Roca (B2), Paso del Sapo (C).
Quelle der Karte: www.landkarte-online.net/karten/argentinien

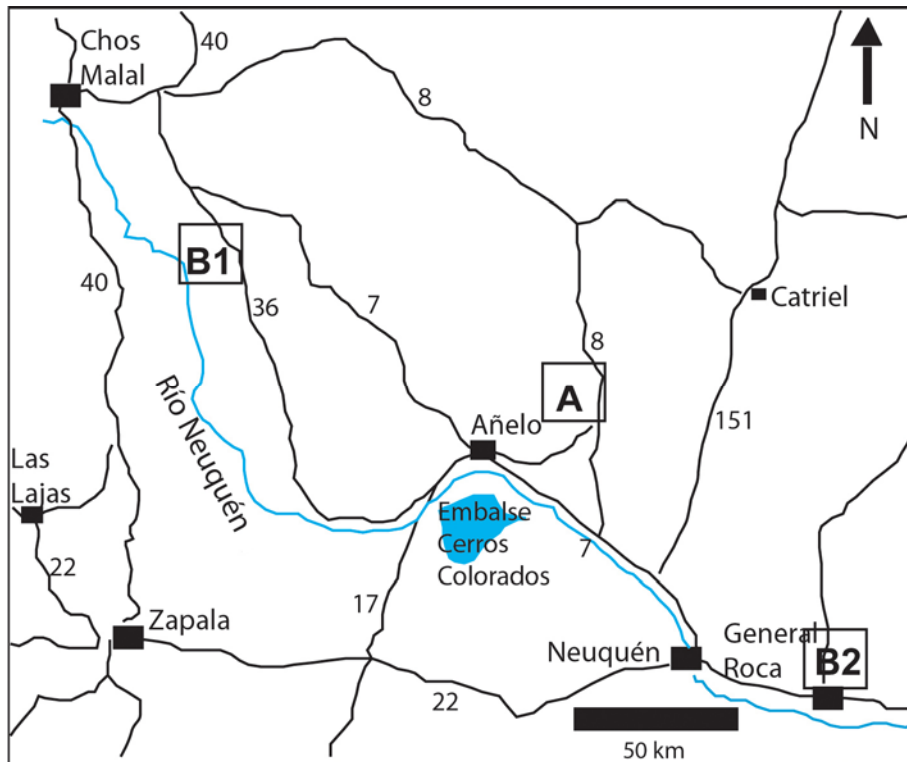


Abb. 2.2: Übersichtskarte mit der Lage der Arbeitsgebiete von Bajo de Añelo (A), Sierra Huantraico (B1) und General Roca (B2). Neben einigen Städten sind Straßen mit dazugehörigen Nummern dargestellt.

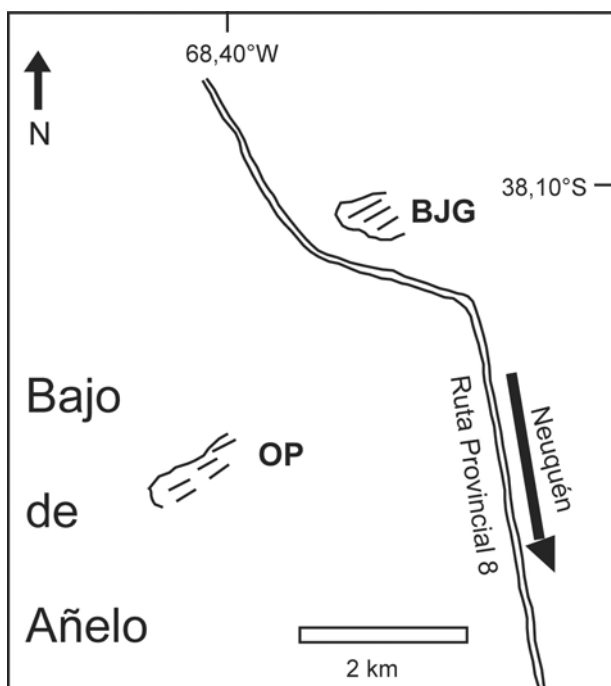


Abb. 2.3: Lageskizze der Profile von Bajada del Jagüel (BJG) und Opaso (OP).

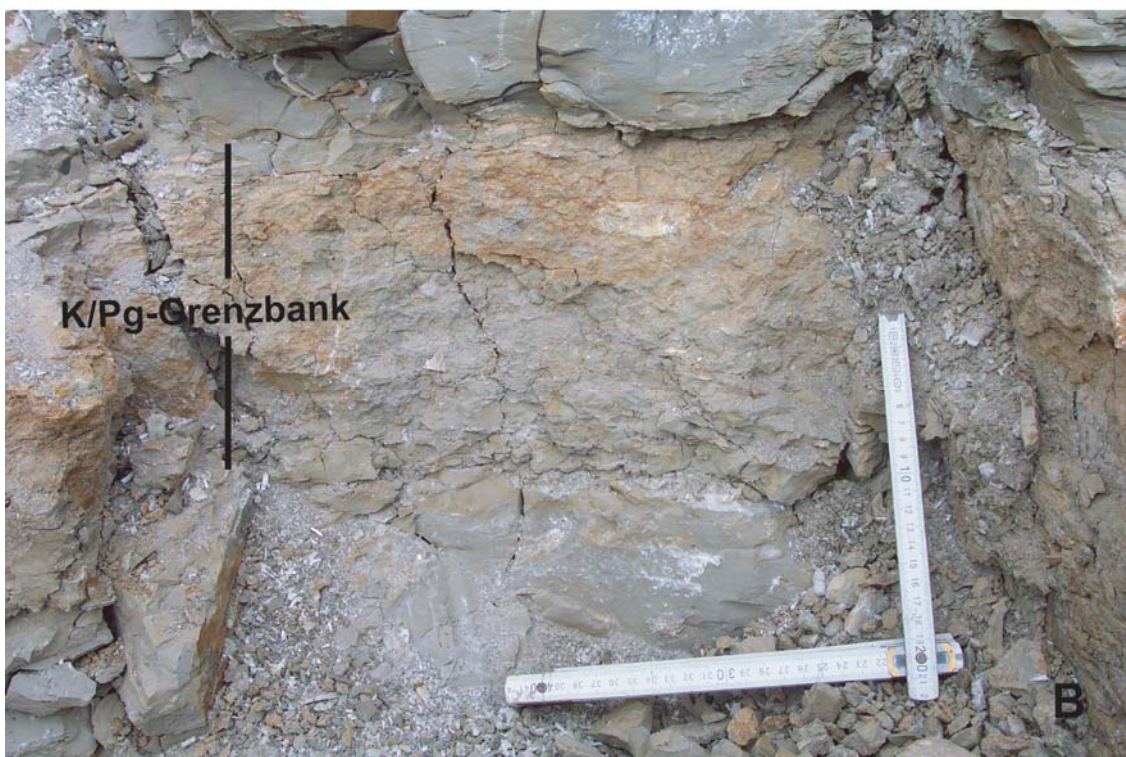
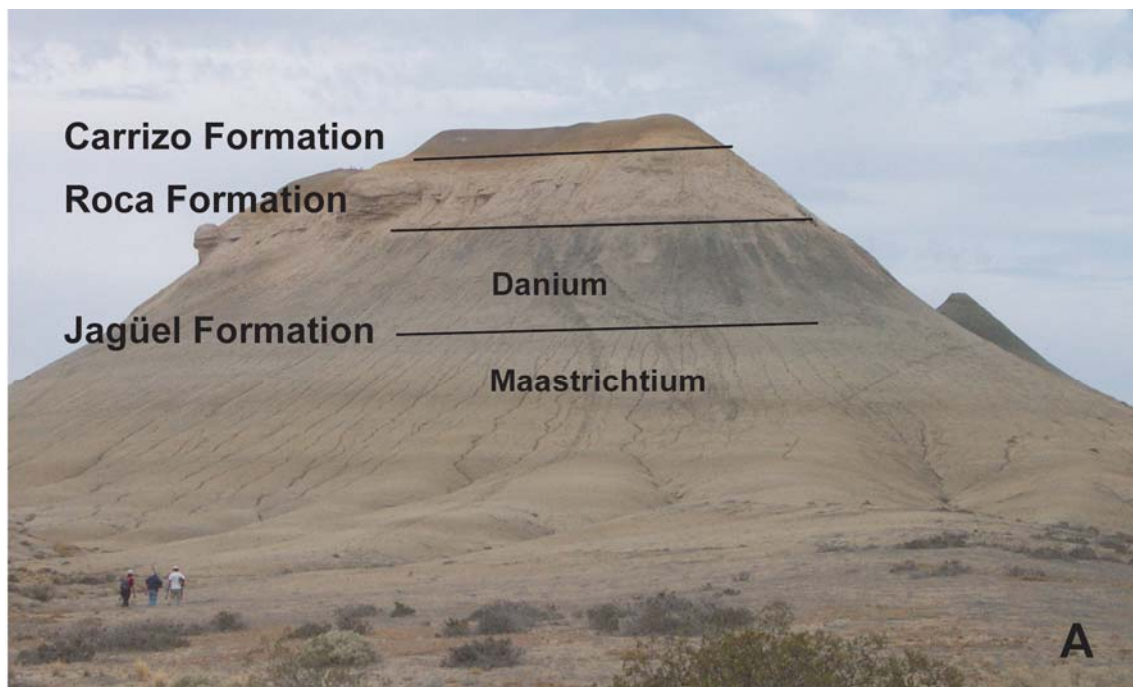


Abb. 2.4: **A** Übersicht über das Profil von Bajada del Jagüel (BJG) mit den dort vorhandenen Formationen. **B** Detailansicht der K/Pg-Grenzbank im BJD Profil.

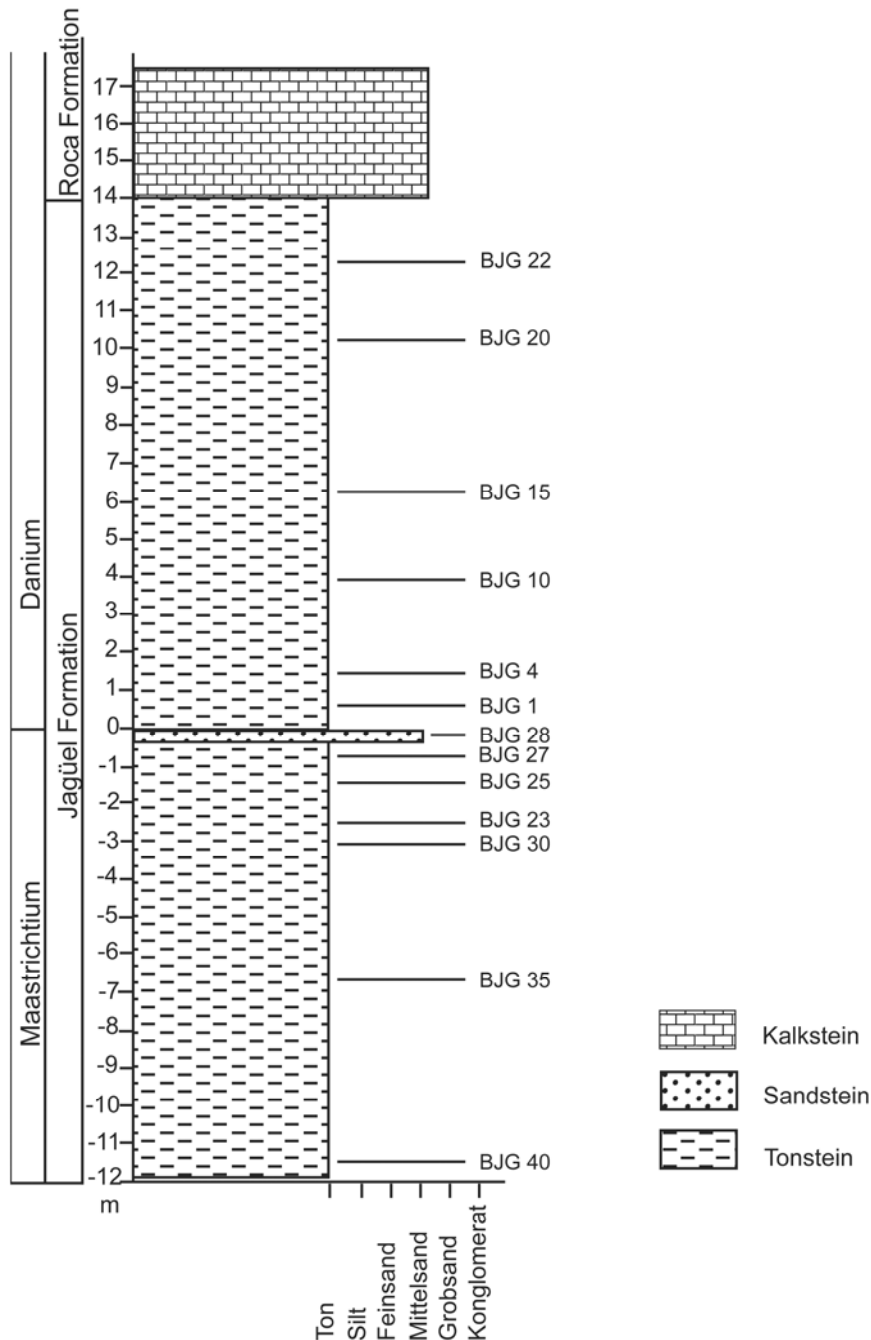


Abb. 2.5: Schematisches Profil von Bajada del Jagüel (BJG) im Maßstab 1:200. Die stratigraphischen Positionen einiger Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus.

von einer Schichtlücke im oberen Maastrichtium und unteren Danium im BJK Profil ausgegangen wird, die ca. 0,8 Mio. Jahre beinhaltet (Keller et al. 2007).

In der K/Pg-Grenzbank sind Makrofossilien, die typisch für das Maastrichtium sind, vorhanden. Bei diesen handelt es sich aufgrund des durch die Nannofossilien belegten Danium-Alters offensichtlich um aufgearbeitete Exemplare. Bei den Analysen wurde die Grenzbank wegen ihres Makrofossilinhalts jedoch zum Maastrichtium gezählt und der Top der Sand-

steinbank als Basis des Daniums gewählt. Die dominierende Fossilgruppe sind Bivalven, untergeordnet kommen Gastropoden und im Danium azooxanthellate Korallen als zahlenmäßig bedeutende Gruppen vor.

2.1.2.2. Bajada del Jagüel Grenzprofil (BJG B)

Im Bereich der K/Pg-Grenze wurde ein geringmächtiges Detailprofil aufgenommen um die Ergebnisse des BJG Profils zu kontrollieren. Das Bajada del Jagüel Grenzprofil (BJG B) befindet sich etwa 20 m lateral vom BJG Profil entfernt innerhalb der Jagüel Formation. Von 0,90 m unterhalb der K/Pg-Grenze bis 4,20 m über der K/Pg-Grenze wurden sieben Horizonte beprobt, einer davon im Maastrichtium, die übrigen sechs im Danium.

Die Lithologie besteht auch hier aus Tonsteinen, wie sie im BJG Profil auftreten. Die K/Pg-Grenzbank ist sandig ausgebildet und hebt sich deutlich von den umgebenden Tonsteinen ab. Für die K/Pg-Grenzbank gelten die selben sedimentologischen Charakteristika wie im benachbarten BJG Profil.

Die dominierende Fossilgruppe sind Bivalven. Weiterhin müssen Gastropoden und azooxanthellate Korallen erwähnt werden, wobei letztere erst am Top des Profils Bedeutung erlangen.

2.1.2.3. Opaso Profil (OP)

Das Profil von Opaso (OP) befindet sich ca. 3,5 km südwestlich von Bajada del Jagüel (Abb. 2.3). Die Koordinaten sind 38,1317° S, 68,4095° W. Die K/Pg-Grenze liegt bei etwa 526 m ü. NN.

In OP sind die selben Formationen wie in BJG aufgeschlossen. Im Unterschied zu BJG konnten hier im Maastrichtium jedoch nur zwei Probenhorizonte untersucht werden. Dagegen war es im Danium möglich, ein deutlich mächtigeres Profil als in BJG aufzunehmen, da die Roca Formation in OP erosiv nicht so tief einschnitt. Die Mächtigkeit des Profilabschnitts im Danium beträgt 28,10 m (Abb. 2.6).

Die detailliert beprobte Jagüel Formation zeigt die selben lithologischen Charakteristika wie sie in BJG festgestellt werden konnten. An der K/Pg-Grenze ist wie in BJG eine Sandsteinbank (OP 20) vorhanden. Diese ist in OP mit etwa 10 cm geringmächtiger als in BJG. Mikropaläontologische und palynologische Untersuchungen in Opaso haben ergeben, dass das Alter des Profils vom späten Maastrichtium bis zum späten Danium reicht. Das Profil erstreckt sich im Danium über einen Zeitraum von etwa 3 Mio. Jahren (Papú et al. 1999). Die erste känozoische Nannofossilzone NP1 konnte nachgewiesen werden, während P0 und P α , die ersten Zonen planktischer Foraminiferen des Daniums nach Berggren & Miller (1988), nicht nachgewiesen wurden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass das Nichtvorhandensein von *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher & Premoli Silva) möglicherweise auf den zu flachen Ablagerungsraum zurückzuführen ist. Zone P1a ist in Opaso vorhanden (Papú et al. 1999).

Die dominierende Fossilgruppe sind wie in BJG auch hier Bivalven. Bedeutend sind des Weiteren Gastropoden, azooxanthellate Korallen und Serpuliden.

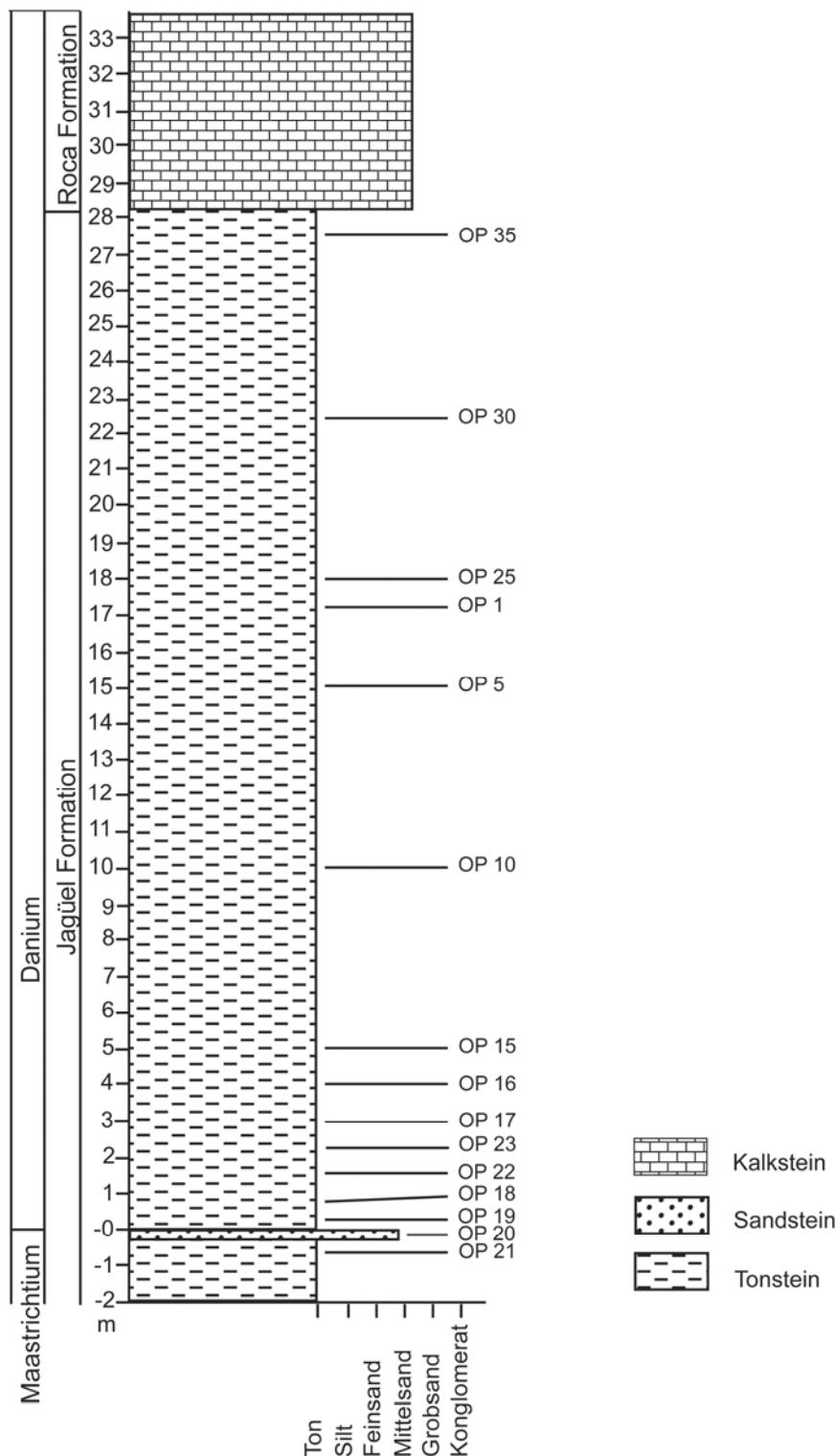


Abb. 2.6: Schematisches Profil von Opaso (OP) im Maßstab 1:200. Die stratigraphischen Positionen einiger Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus.

2.2. Arbeitsgebiet B1: Sierra Huantraico

2.2.1. Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet von Huantraico liegt etwa 110 km nordwestlich des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo und ist im nordwestlichen Bereich der Geologischen Karte Blatt 33c „Los Chihuidos Norte“ zu finden (Ramos 1981). Es befindet sich in der Sierra Huantraico ca. 45 km südöstlich von Chos Malal und liegt zwischen der Ruta Provincial 36 und Cerro Villegas (Abb. 2.2 und 2.7). Hier wurden zwei Profile detailliert aufgenommen, ein drittes kleines Profil befindet sich direkt an der Ruta Provincial 36.

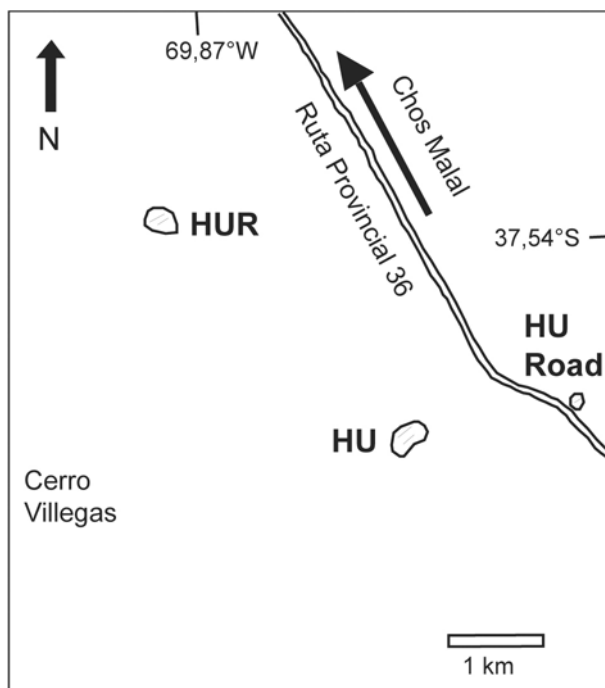


Abb. 2.7: Lageskizze der verschiedenen Profile im Arbeitsgebiet der Sierra Huantraico. Huantraico Profil (HU), Huantraico Riff Profil (HUR) und Huantraico Road Profil (HU Road).

2.2.2. Profile

2.2.2.1. Huantraico Profil (HU)

Die Profilbasis von Huantraico (HU) liegt bei 37,5654° S, 69,8514° W auf einer Höhe von etwa 1238 m ü. NN.

Im Profil von Huantraico sind Sedimentgesteine der Roca Formation aufgeschlossen, die hier auch die K/Pg-Grenze beinhaltet. Die typischen Tonsteine der Jagüel Formation konnten hier nicht festgestellt werden. Die Malargüe Gruppe setzt sich hier demnach nur aus der Loncoche Formation im Liegenden und der Roca Formation zusammen, was konform mit der Ansicht von Ramos (1981) ist.

Das detaillierte Profil beginnt etwa 59 m unter der K/Pg-Grenze und endet ca. 20 m über selbiger (Abb. 2.8). Im Hangenden wird die Roca Formation von jüngeren Basalten überlagert, die pleistozänes Alter haben (Ramos 1981). Deshalb war eine weitere Profilaufnahme im Danium nicht möglich. Durch die Basaltüberdeckung und schlechte Aufschlussverhältnisse

im unteren Danium ist der Fossilbericht im Danium schlecht. Im Bereich der K/Pg-Grenze finden sich zahlreiche dicke Karbonatbänke, die eine deutliche Geländestufe bilden (Abb. 2.9 B).

In diesem Profil liegen siliziklastische und karbonatische Sedimente vor. Fein- bis grobkörnige Sandsteine und Tonsteine sind die dominierenden Lithologien. Immer wieder sind Karbonatbänke eingeschaltet (Abb. 2.9 A).

Die K/Pg-Grenze kann in der Sierra Huantraico nicht so genau definiert werden wie in Bajo de Añelo. Sie wird hier aufgrund des Fehlens typischer Makrofossilien des Maastrichtiums und des ersten Auftretens von *Pycnodonte burckhardti* (Böhm 1903), die erst im unteren Danium auftritt (Casadío 1998 und Casadío persönliche Mitteilung 2004), im Bereich einsetzender starker Karbonatsedimentation vermutet. Somit wurde die K/Pg-Grenze an die Basis von HU 23 gelegt. Untersuchungen planktischer Foraminiferen haben ergeben, dass im oberen Maastrichtium eine Schichtlücke vorliegt (Bertels 1969). Die dominierende Fossilgruppe sind Bivalven und weiterhin müssen Gastropoden erwähnt werden.

2.2.2.2. Huantraico Riff Profil (HUR)

In der Nähe des HU Profils wurde ein weiteres, aber kleineres Profil der Roca Formation aufgenommen. Da hier ein Mikrogenriff beobachtet werden konnte, wird dieses Profil als Huantraico Riff (HUR) bezeichnet. Es liegt 3 bis 4 km nordwestlich des HU Profils (Abb. 2.7). Die Koordinaten des HUR Profils sind 37,5382° S, 69,8746° W. Das Mikrogenriff befindet sich in einer Höhe von ca. 1190 m ü. NN. Ein Horizont (HUR B) mit den Koordinaten 37,5374°S, 69,8761° W wurde lateral versetzt beprobt. Wegen der schlechten Aufschlussituation wurde das dortige Profil jedoch nicht fortgesetzt und der Probenhorizont HUR B dem HUR Profil zugerechnet.

Die Mächtigkeit des beprobten Abschnitts beträgt etwa 46 m, wobei, abgesehen vom letzten Probenhorizont (HUR 14), der als Basis des Daniums festgelegt wurde, nur Maastrichtium beprobt wurde. Das Mikrogenriff bildet die Basis des detailliert beprobten Profils. Nach Strontiumisotopen-Datierung ist dieses Riff in das unterste Maastrichtium zu stellen (Kiessling et al. 2006). Darunter finden sich sehr fossilarme Sandsteine und Konglomerate. Über dem Mikrogenriff folgen Karbonate (Packstones und Grainstones), die oft Serpuliden enthalten. Darüber setzen fein- bis grobkörnige Sandsteine, Tonsteine und einige wenige zwischengeschaltete Karbonate ein, die eine reiche Makrofauna aus vor allem Bivalven und Gastropoden enthalten.

Das Profil wird von einsetzender starker Karbonatsedimentation abgeschlossen, die auch hier wegen der Parallele zum HU Profil als gleichbedeutend mit der Basis des Daniums angesehen wird.

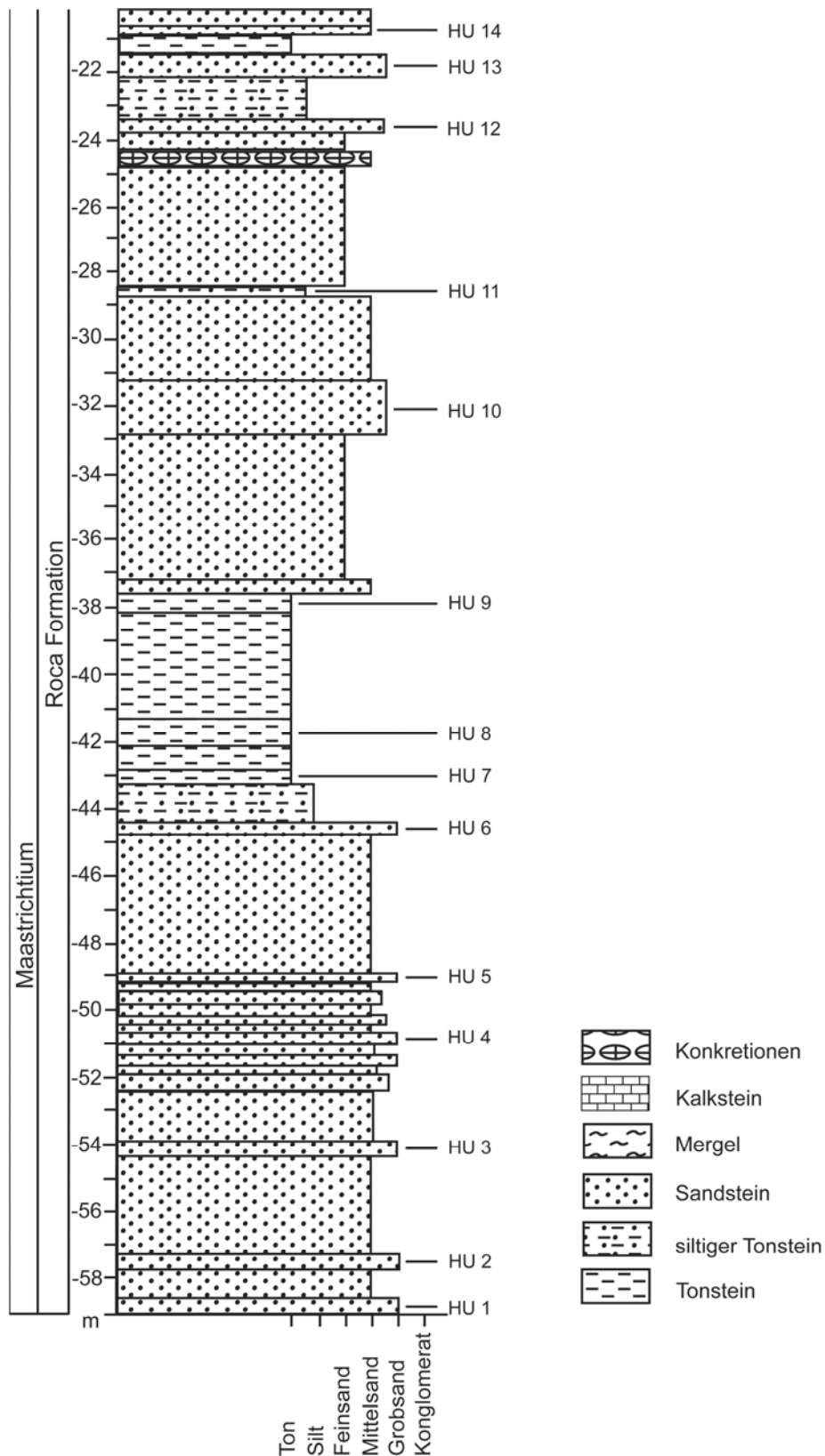


Abb. 2.8 A: Schematisches Profil von Huantraico (HU) im Maßstab 1:200, unterer Profilabschnitt. Die stratigraphischen Positionen der Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus.

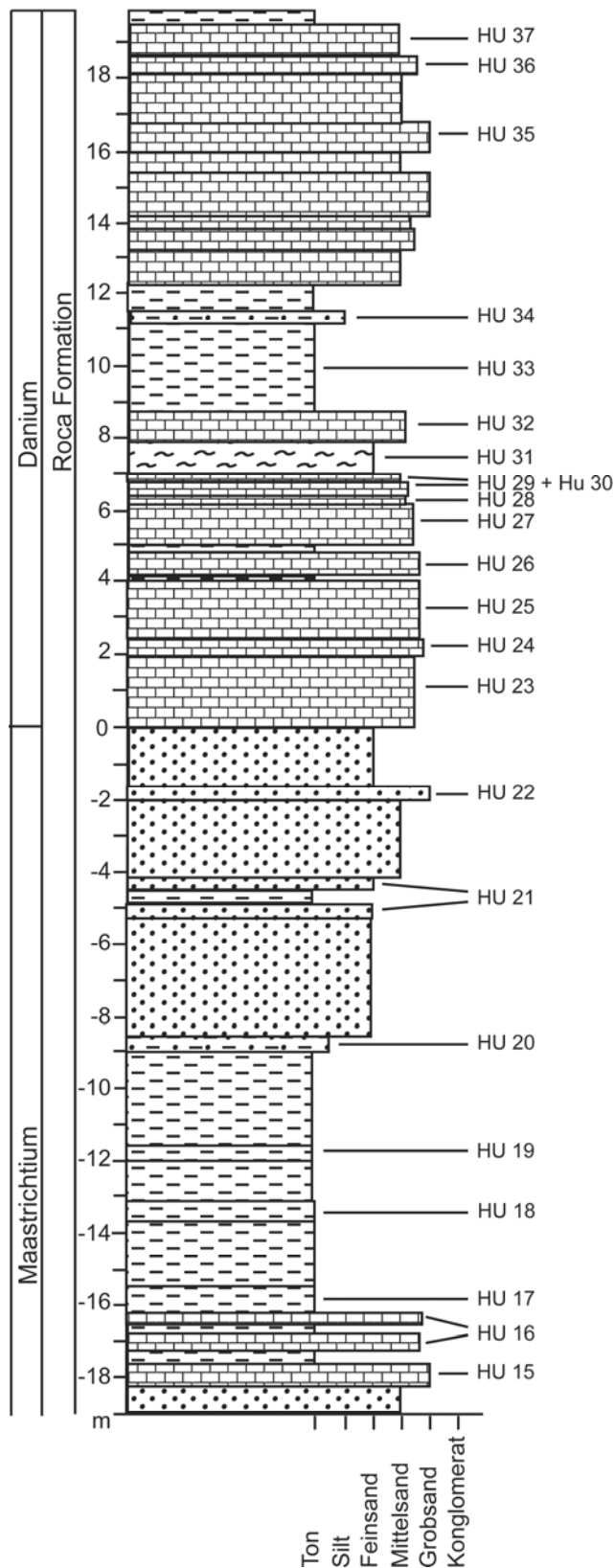


Abb. 2.8 B: Schematisches Profil von Huantraico (HU) im Maßstab 1:200, oberer Profilabschnitt. Die stratigraphischen Positionen der Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus. Legende für die Lithologien siehe Abb. 2.8 A.



Abb. 2.9: **A** Überblick über den Abschnitt des Huantraico Profils (HU) von etwa 28 m unter bis etwa 6 m über der K/Pg-Grenze. **B** Oberer Abschnitt des HU Profils mit den dickbankigen Karbonaten im basalen Danium und den überlagernden dunklen Basalten im Hangenden.

2.2.2.3. Huantraico Road Profil (HU Road)

Direkt östlich der Ruta Provincial 36 wurde ein weiteres kleines Profil innerhalb der Roca Formation beprobt, das als Huantraico Road (HU Road) bezeichnet wurde (Abb. 2.7). Die Koordinaten sind 37,5525° S, 69,8342° W. Hier wurden fünf Horizonte beprobt, von denen nur drei detailliert quantitativ untersucht wurden. Der beprobte Profilabschnitt hat eine Mächtigkeit von 2,75 m und ist aufgrund seines Fossilinhalts ins Maastrichtium zu stellen.

Das Profil besteht aus Silt- und Sandsteinen, wobei es sich bei den drei untersuchten Probenhorizonten um bioturbirte Sandsteine handelt. Über den Probenhorizonten wird das Profil im Hangenden von einem Grainstone abgeschlossen. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um eine der Karbonatbänke, die sich im HU Profil im Bereich der K/Pg-Grenze befinden. Die genaue Distanz der Probenhorizonte zur K/Pg-Grenze ist jedoch nicht bestimmbar, da unterhalb des Grainstones am Top des Profils eine Störung verläuft. Die dominierende Fossilgruppe sind Bivalven, außerdem kommen Gastropoden vor.

2.3. Arbeitsgebiet B2: General Roca

2.3.1. General Roca Profil (GR und GRB)

Im Südosten grenzt die Rio Negro Provinz an die Neuquén Provinz. Etwa 40 km östlich von Neuquén liegt General Roca. Dort befindet sich nördlich von General Roca die Typuslokalität der Roca Formation (Bertels 1969). Im Bereich der Typlokalität und deren näheren Umgebung wurden nur wenige Probenhorizonte untersucht (z.B. 38,9442° S, 67,5718° W). Es war dort nicht möglich ein größeres zusammenhängendes Profil detailliert aufzunehmen.

Die Lithologie der Probenhorizonte umfasst Ton- und Kalksteine. Bivalven sind auch hier die dominierende Fossilgruppe. Einige Fossilien dienten aufgrund der guten Erhaltung als Referenzmaterial bei der Beschreibung der Taxa.

2.4. Arbeitsgebiet C: Paso del Sapo

2.4.1. Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet von Paso del Sapo liegt im Norden der Chubut Provinz. Es befindet sich etwa 120 km östlich von Esquel und ca. 10 km westlich von Paso del Sapo (Abb. 2.10). Im Arbeitsgebiet sind in der Nähe des Tals des mittleren Chubut, dem Fluss, dem die Provinz ihren Namen verdankt, Kliffs mit hervorragenden Aufschlüssen der Lefipán Formation vorhanden.

Hier wurde ein Profil mit in weiten Teilen gutem Fossilbericht detailliert untersucht. An anderen Lokalitäten dieses Arbeitsgebietes wurden kleinere Profile aufgenommen.

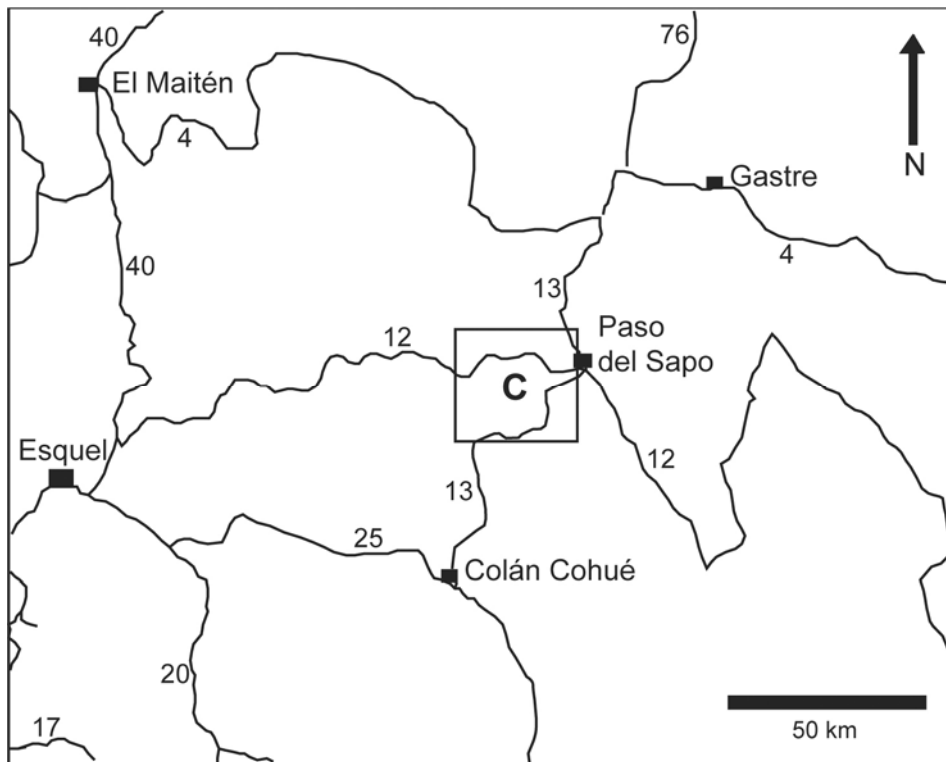


Abb. 2.10: Übersichtskarte mit der Lage des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo (C). Neben einigen Städten sind Straßen mit dazugehörigen Nummern dargestellt.

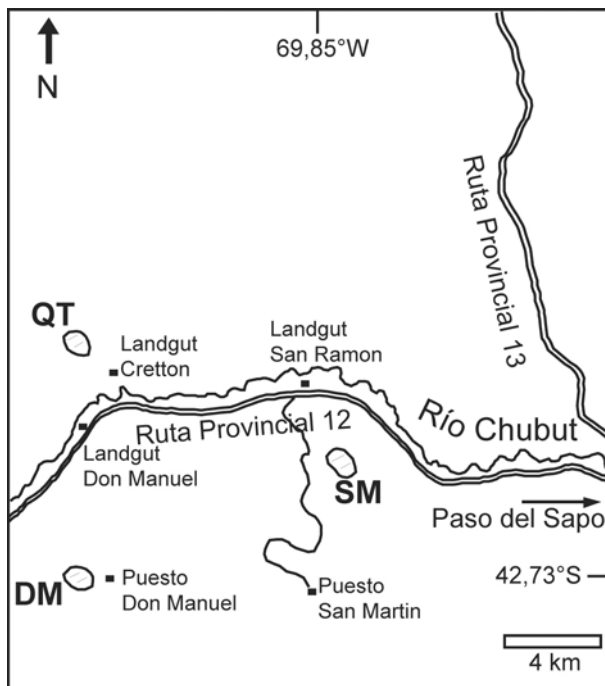


Abb. 2.11: Lageskizze einiger Profile im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo. Don Manuel Profil (DM), Quebrada de la Toma Profil (QT) und San Martin Profil (SM).

2.4.2. Profile

2.4.2.1. San Martin Profil (SM)

Das Profil von San Martin (SM) liegt etwa 4 km südlich des Chubut und der an ihm verlaufenden Ruta Provincial 12 (Abb. 2.11). Es befindet sich ca. 2 km östlich der Straße zwischen dem Haupthaus des Landguts San Ramón am Chubut und Puesto San Martín. Die Basis des Profils liegt bei 42,6845° S, 69,8438° W auf etwa 690 m ü. NN.

In diesem Profil fand sich mit 270 m die mächtigste Abfolge der Lefipán Formation im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo. Der detailliert beprobte Abschnitt mit Fossilinhalt hat eine Mächtigkeit von etwa 218 m. Davon entfallen etwa 76,50 m auf das Maastrichtium und ca. 141,50 m auf das Danium (Abb. 2.12).

Die Lefipán Formation besteht im SM Profil aus fein- bis grobkörnigen siliziklastischen Sedimentgesteinen und wenigen, oft sehr fossilreichen, karbonatischen Bänken. Unter den siliziklastischen Sedimentgesteinen herrschen im SM Profil Ton- und Sandsteine vor, aber auch Siltsteine und Konglomerate sind vorhanden (Abb. 2.13).

Die K/Pg-Grenze konnte in diesem Profil nur anhand von Makrofossilien annäherungsweise festgelegt werden. Als Top des Maastrichtiums wurde der Probenhorizont mit dem letzten Auftreten von *Pacitrignia patagonica* (Feruglio 1936) festgelegt. Daher wird der darüber folgende Probenhorizont SM 30 als Basis des Daniums betrachtet. Der Fossilinhalt setzt sich fast ausschließlich aus Mollusken zusammen, wobei Bivalven und Gastropoden dominieren.

2.4.2.2. San Martin KT Profil (SM KT)

Beim SM KT Profil handelt es sich um den Profilabschnitt des SM Profils, der sich im Bereich der K/Pg-Grenze befindet und der hier detailliert beprobt wurde. Das SM KT Profil umfasst 14 Probenhorizonte, von denen 10 Probenhorizonte fossilführend sind. Es reicht von etwa 8,25 m unter der K/Pg-Grenze bis zur K/Pg-Grenze. Dabei entspricht SM KT 14, der oberste Probenhorizont, SM 30 des SM Profils, also der K/Pg-Grenze des SM Profils. Das Profil wird im Wesentlichen von Tonsteinen gebildet, untergeordnet sind Konglomerate vorhanden.

Der beprobte Bereich zeichnet sich durch fossilarme Horizonte aus. Die Fauna besteht aus Bivalven und Gastropoden, die jedoch nie artenreich auftreten. *Corbicula pehuenchensis* (Doello Jurado 1927) tritt in SM KT 14 sehr individuenreich auf und ist das dominierende Taxon im K/Pg-Grenzbereich.

2.4.2.3. San Ramon KT Profil (SR KT)

Das SR KT Profil erstreckt sich wie das SM KT Profil über den Bereich des SM Profils, der sehr wenige Makrofossilien enthält. Es reicht von ca. 4,50 m unter der K/Pg-Grenze bis zur *Turritella* Bank, die sich etwa 23 m über der K/Pg-Grenze befindet. Es wurden insgesamt 40 Horizonte beprobt, von denen aber nur 4 Probenhorizonte identifizierbare Makrofossilien enthielten. Die Lefipán Formation besteht in diesem Profil aus Tonsteinen, Sandsteinen und Konglomeraten.

SR KT 6 wurde aufgrund des letzten Auftretens von *Pacitrignia patagonica* (Feruglio 1936) als letzter Horizont dem Maastrichtium zugeordnet. SR KT 7 bildet somit die Basis des Daniums und entspricht SM KT 14 und SM 30. Der Fossilinhalt besteht aus Bivalven, Gastropoden und Pflanzenresten (v.a. Blätter). An der Basis des Daniums wird die Fauna von *Corbicula pehuenchensis* (Doello Jurado 1927) dominiert.

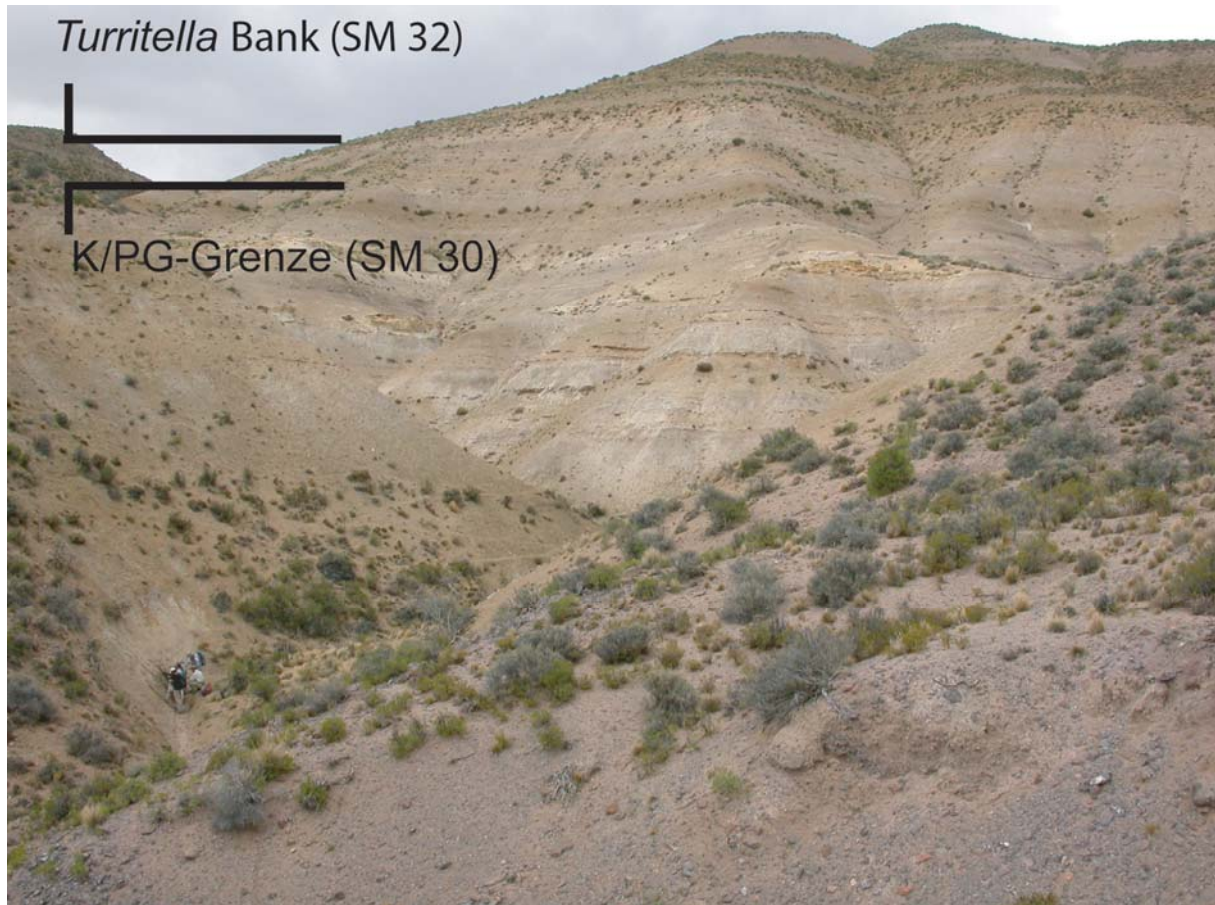


Abb. 2.13: Überblick über den unteren und mittleren Teil des San Martin Profils (SM). Zur Orientierung sind die Lagen der *Turritella* Bank (SM 32) und der K/Pg-Grenze (SM 30) gekennzeichnet.

2.4.2.4. M 2 Profil

Das M 2 Profil befindet sich unweit des SM Profils und umfasst neun Probenhorizonte, die allesamt fossilführend sind. Die Mächtigkeit des Profils beträgt ca. 22 m. Die Lefipán Formation setzt sich hier aus Sandsteinen und Tonsteinen zusammen, bei einem Horizont handelt es sich um eine Austern-Schilllage.

Probenhorizont M 2e entspricht wahrscheinlich Probenhorizont SM 5 aus dem SM Profil. Daher und aufgrund seines Fossilinhalts ist das gesamte M 2 Profil dem Maastrichtium zuzuordnen. Die Fauna wird von Bivalven dominiert, untergeordnet treten Gastropoden auf.

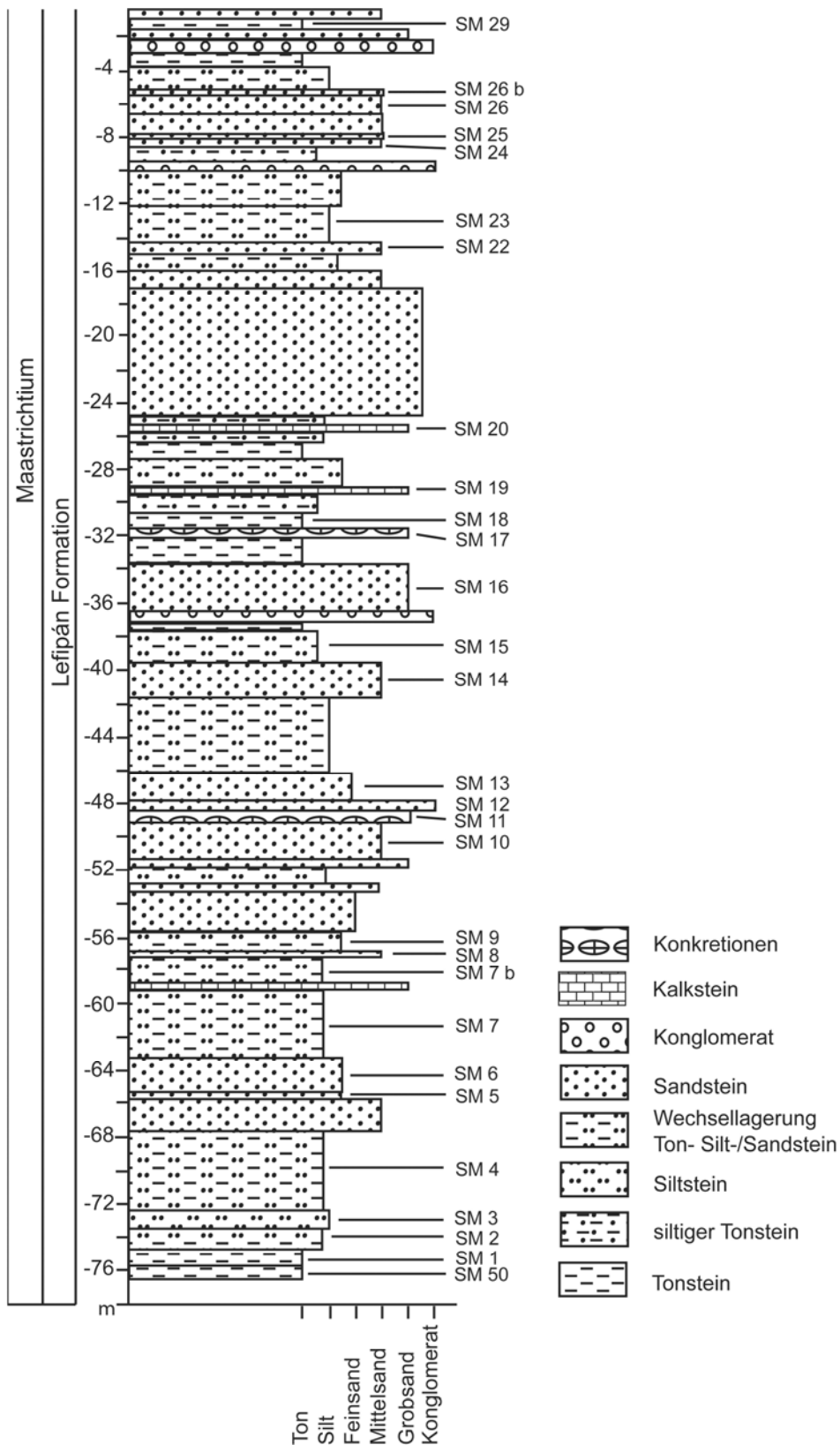


Abb. 2. 12 A: Schematisches Profil von San Martín (SM) im Maßstab 1:400, unterer Profilabschnitt. Die stratigraphischen Positionen der Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus.

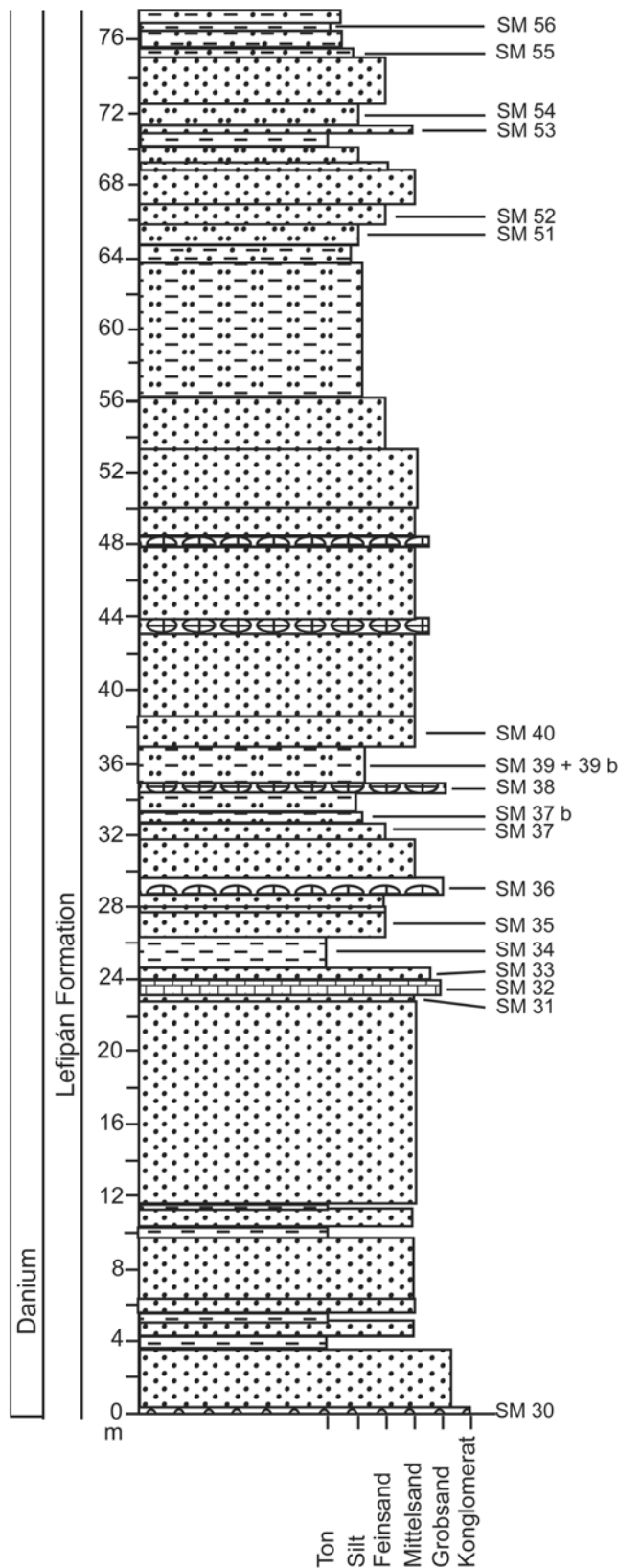


Abb. 2. 12 B: Schematisches Profil von San Martín (SM) im Maßstab 1:400, mittlerer Profilabschnitt. Die stratigraphischen Positionen der Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus. Legende für die Lithologien siehe Abb. 2.12 A.

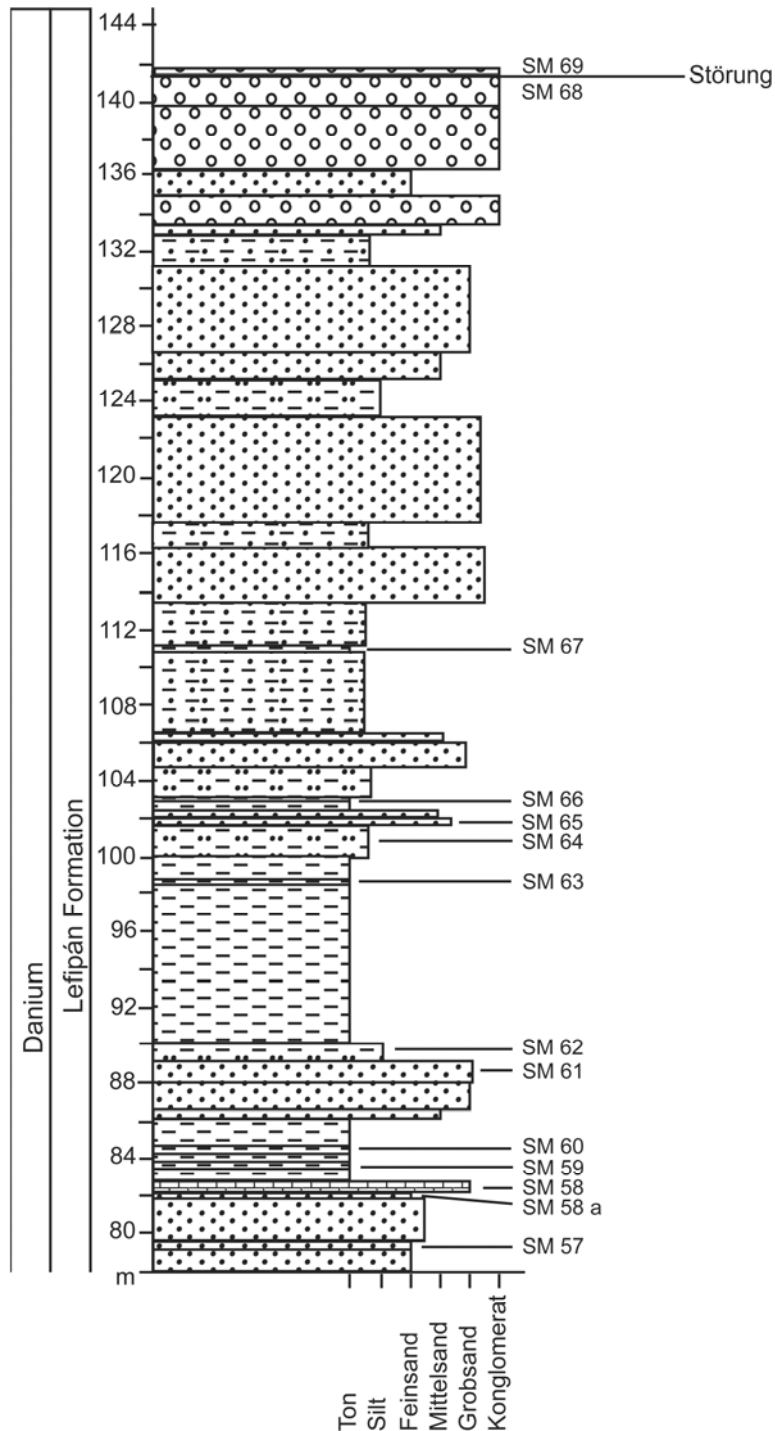


Abb. 2. 12 C: Schematisches Profil von San Martín (SM) im Maßstab 1:400, oberer Profilabschnitt. Die stratigraphischen Positionen der Probenhorizonte sind an der rechten Seite dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilmeter aufgetragen, die Abszisse drückt die Korngrößen der jeweiligen Lithologien aus. Legende für die Lithologien siehe Abb. 2.12 A.

2.4.2.5. Barde de los Perros Profil (BP)

Das Profil von Barde de los Perros (BP) befindet sich nördlich des Chubut im Norden des Landguts Ricardo Cretton. Die Koordinaten der Profilbasis sind 42,6200°S, 69,9848°W auf etwa 550 m ü. NN. Hier wurden 15 Probenhorizonte beprobt, Probenhorizont BP 9 ist dabei die Profilbasis des Quebrada de la Toma Profils (s. u.).

Die Lefipán Formation besteht auch in diesem Profil aus fein- bis grobkörnigen siliziklastischen Gesteinen (Tonsteine, Sandsteine und Konglomerate). Der Fossilinhalt besteht aus Bivalven, Gastropoden und Haizähnen. Da das Profil nicht vollständig beprobt wurde, wurde es bei den Analysen nicht berücksichtigt. Einige gut erhaltene Fossilien dienten der Beschreibung der Taxa.

2.4.2.6. Quebrada de la Toma Profil (QT)

Das Profil von Quebrada de la Toma (QT) liegt nördlich des Chubut etwa 2 km NNW des Landguts Ricardo Cretton. Die Profilbasis ist Probenhorizont BP 9 des BP Profils. Die Koordinaten der Profilbasis sind 42,6157° S, 69,9991° W auf etwa 615 m ü. NN. Hier sind etwa 170 m des mittleren und oberen Teils der Lefipán Formation aufgeschlossen.

Bei den Sedimentgesteinen überwiegen siliziklastische Gesteine, im Wesentlichen setzt sich das Profil aus Tonsteinen und Sandsteinen zusammen. Einige karbonatische Horizonte sind auch vorhanden. Da nur wenige fossilführende Horizonte quantitativ beprobt werden konnten, wurde das QT Profil nicht in die Analysen einbezogen. Gut erhaltene Fossilien dienten der Beschreibung der Taxa.

2.4.2.7. Don Manuel Profil (DM)

Das Profil von Don Manuel (DM) liegt etwa 7 km südlich des Chubut und 1 km westlich von Puesto Don Manuel. Das Profil beginnt bei 42,7306° S, 69,9772° W und endet bei 42,7305° S, 69,9787° W. Es befindet sich in einer Höhe von etwa 687 m ü. NN.

In Don Manuel ist der mittlere und obere Bereich der Lefipán Formation (Maastrichtium bis Danium) aufgeschlossen. Das DM Profil wurde nicht in die Analysen einbezogen, da keine Makroinvertebraten-Faunenassoziationen quantitativ beprobt wurden. Das Besondere an dieser Lokalität ist das Vorkommen eines Horizonts mit großen, massiven Korallen, die in Lebendstellung überliefert sind. Dieser Horizont gehört wahrscheinlich ins obere Danium, bei allen Korallen handelt es sich um *Haimesiastrea conferta* Vaughan (1900) (Kiessling et al. 2005).

2.4.2.8. Estancia Carmen Profil (EC)

Einige Probenhorizonte entstammen dem Profil von Estancia Carmen (EC), wo insgesamt zehn Horizonte mit mariner Fauna beprobt wurden. Dieses Profil befindet sich etwa 15 km südlich des San Martin Profils. Die Basis des Profils liegt bei 42,8622° S, 69,8196 auf etwa 810 m ü. NN. Die Mächtigkeit des beprobten Profilabschnitts beträgt ca. 10 m. Es handelt sich vorwiegend um Ton- und Siltsteine, auch Konkretionen mit sehr gut erhaltenen Fossilien kommen vor. Abgeschlossen wird das Profil von möglicherweise fluviatilen Schichten.

Die Lage der K/Pg-Grenze konnte nicht lokalisiert werden. Dominiert wird die Fauna von Gastropoden und Bivalven. Das EC Profil wurde nicht in die Analysen einbezogen, da alle Probenhorizonte aus dem Maastrichtium stammen. Einige gut erhaltene Fossilien wurden zur Beschreibung der Arten verwendet.

2.4.2.9. Cañadón del Oro Profil (CO)

Das Profil von Cañadón del Oro liegt ca. 20 km südöstlich des San Martin Profils. Die Koordinaten des Profils sind 42,8425°S, 69,7063°W. Es wurden nur sechs Horizonte beprobt. Die Sedimentgesteine der Lefipán Formation werden hier im Wesentlichen aus bioturbaten Sand- und Tonsteinen gebildet. Aufgrund der Fossilführung ist das gesamte Profil ins Maastrichtium zu stellen. Der Fossilinhalt besteht aus Mollusken (Bivalven (darunter Trigonien) und Gastropoden) und Haizähnen.

Dieses Profil wurde nicht in die Analysen einbezogen, da in diesem Profil die K/Pg-Grenze nicht vorliegt und nur wenige Horizonte beprobt wurden. Einige der sehr gut erhaltenen Fossilien dienen zur Beschreibung der Taxa.

2.4.2.10. Germilac Profil (GE)

Dieses Profil befindet sich ca. 3 km südlich des CO Profils. Die Koordinaten sind 42,8713°S, 69,7121°W, wobei die Profilmitte etwa auf 825 m ü. NN. liegt. Es wurden elf Horizonte beprobt. Die Lefipán Formation besteht hier vor allem aus Ton- und Sandsteinen, die Austern, Trigonien und Haizähne beinhalten.

Da sich am Profilende auf ca. 915 m ü. NN. noch Trigonien finden, ist das gesamte Profil ins Maastrichtium zu stellen und wurde deshalb nicht in die Analysen mit einbezogen. Auch von diesem Profil wurden einige gut erhaltene Fossilien zur Beschreibung der Arten verwendet.

2.4.2.11. Lefipán Profil (LF)

An der Typuslokalität der Lefipán Formation wurden nur sechs Horizonte beprobt. Dieses kleine Profil liegt etwa 30 km südöstlich des Profils von San Martin.

Die Probenhorizonte des Lefipán (LF) Profils liegen zwischen 43,0489°S, 69,3464° W und 43,0684° S, 69,3468° W zwischen 476 und 500 m ü. NN. Zumeist sind sandige siliziklastische Sedimentgesteine vorhanden, die oft gut erhaltene Fossilien beinhalten. Da alle Probenhorizonte ins Maastrichtium zu stellen sind, und die K/Pg-Grenze nicht zu lokalisieren war, wurde dieses Profil nicht in die Analysen mit einbezogen. Lediglich einige gut erhaltene Fossilien dienen als Material zur Beschreibung der Taxa. Während der Geländekampagne 2003 wurden Reste eines Plesiosauriers gefunden.

2.5. Ablagerungsräume

2.5.1. Bajo de Añelo

Die Jagüel Formation setzt sich in Bajo de Añelo aus sehr einheitlichen Tonsteinen zusammen. Eine Ausnahme bildet die sandige Lage an der K/Pg-Grenze, die teilweise als Tsunami-Ablagerung (Scasso et al. 2005), teilweise als vulkanoklastischer Sandstein interpretiert wurde (Keller et al. 2007).

Wegen des Verhältnisses planktischer zu benthischer Foraminiferen wird ein Ablagerungsraum im mittleren Schelfbereich angenommen (Bertels 1975). Für ein durchgehend ruhiges Milieu unterhalb der Sturmwellenbasis spricht auch die Lithologie aus den gleichförmigen Tonsteinen.

Die zahlreichen Echinoideenreste deuten auf ein vollmarines Milieu hin. Auch die reiche Molluskenfauna und die azooxanthellaten Korallen sind gute Indikatoren für marine Bedingungen. Bivalvengattungen wie *Yoldia*, *Nemodon*, *Venericardia* und *Pteromyrtea* bzw. mit diesen nah verwandte rezente Gattungen zeigen subtidale Bedingungen an (Stanley 1970).

2.5.2. Sierra Huantraico

Die vorherrschenden Gesteine in den Profilen der Sierra Huantraico sind Ton- und Sandsteine, des Weiteren sind meist fossilreiche Kalksteinbänke eingeschaltet. Im Gegensatz zum Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo ist der Anteil gröberer siliziklastischer Gesteine deutlich höher. Die beobachteten Lithologien entsprechen damit weitgehend der aus der Sierra Huantraico beschriebenen Faziesassoziation (Barrio 1990).

Die Vorkommen von *Eubaculites* sp. und Echinoideenresten belegen den marinen Charakter der Roca Formation in der Sierra Huantraico. In der reichen Molluskenfauna finden sich einige Gattungen, die charakteristisch für flach-marine Bedingungen sind, wie beispielsweise *Pterotrigonia*, *Pacitrighonia*, *Struthioptera* und *Turritella*.

Die Lithologie und der Fossilinhalt der Sierra Huantraico deuten im Vergleich zur Jagüel Formation von Bajo de Añelo auf ein flacheres Milieu hin. Für den westlichen Verbreitungsbereich der Roca Formation wurde ein flach-marines Milieu angenommen, das nach Osten in ein Sabkha Milieu übergeht (Ramos 1981; Uliana & Dellape 1981). Das flach-marine Milieu der Roca Formation in ihrem westlichen Verbreitungsgebiet wird durch die hier vorliegenden Ergebnisse bestätigt. Wahrscheinlich bildete sich der euhaline Anteil der Sedimentgesteine der Roca Formation von Huantraico im inneren Schelfbereich oberhalb der Sturmwellenbasis.

Für das Mikobenriff an der Basis des HUR Profils wurden randmarine Brackwasserbedingungen angenommen (Kiessling et al. 2006). Dort setzen normal marine Bedingungen etwa 2 m über dem Riff ein.

2.5.3. Paso del Sapo

Die Lefipán Formation in der Umgebung von Paso del Sapo besteht überwiegend aus siliziklastischen Gesteinen, unter denen Ton- und Sandsteine dominieren. Die nachgewiesenen bipolaren Paläoströmungen deuten auf temporär starke Gezeiteneinflüsse hin (Scasso et al. eingereicht).

Eubaculites sp. konnte in wenigen Horizonten nachgewiesen werden. Auch Echinoideenreste sind selten und wurden in großen Profilabschnitten überhaupt nicht gefunden. In weiten Profilbereichen findet sich eine reiche Molluskenfauna aus Bivalven und Gastropoden. Diese tritt im Bereich der K/Pg-Grenze und des untersten Danium zurück. In den dortigen Probenhorizonten finden sich monospezifische Faunen von *Corbicula*, geringdiverse und von *Corbicula* dominierte Faunen oder fast keine Makroinvertebraten. *Corbicula* ist auch aus Süßwasser- und Brackwasserablagerungen bekannt (Manceñido & Damborenea 1984). Weiterhin wird *Corbicula* aus Faunenassoziationen der oberen Kreide als ein dominierendes Taxon des oligohalinen Bereichs (0,05-0,5% Salzgehalt) eingestuft (Fürsich 1994). Die Dominanz von *Corbicula* und die damit verbundene geringe Paläobiodiversität spricht daher für einen Extremlebensraum, der sich wahrscheinlich im oligohalinen bis mesohalinen Bereich befand und innerhalb des SM Profils den Bereich darstellt, der am stärksten von Süßwasser beeinflusst war. Erst ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze findet sich wieder eine Molluskenfauna, die wieder für euhaline Bedingungen spricht und in der *Corbicula* nur noch in geringer Anzahl vorkommt.

Außerhalb dieses süßwasserbeeinflussten Profilbereichs spricht die Molluskenfauna für euhaline Bedingungen. Ein Teil der vorkommenden Taxa (*Struthioptera*, *Pterotrigonia*, *Pacitrigonia*) ist charakteristisch für sehr flach-marine Ablagerungen, andere sprechen für subtidale Ablagerungsräume (*Leionucula*, *Yoldia*). Die in zahlreichen Probenhorizonten des SM Profils vorhandenen Pflanzenreste sind ebenfalls Indikatoren für die sehr randmarinen Bedingungen.

Im QT Profil befindet sich im Maastrichtium eine Bank, die zum Großteil aus dicht gepackten Exemplaren von *Turkostrea damboreneae* Griffin et al., 2005 aus der Unterfamilie der Crassostreinae besteht. Diese sind im Probenhorizont QT 10 sehr oft doppelklappig erhalten, weshalb in Verbindung mit der dichten Packung von einem Austernriff gesprochen werden kann. In der Mittel- und Ober-Kreide sind Riffe von *Crassostrea* kennzeichnend für den mesohalinen Bereich (0,5-1,8%) (Fürsich 1994). Evtl. handelt es sich bei dem beobachteten *Turkostrea*-Riff um eine Bildung im mesohalinen Bereich, was ein weiterer Hinweis auf die sehr randmarinen Bedingungen der Lefipán Formation im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo ist.

Spalletti (1996) sprach von offen marinen Bedingungen während des Großteils der Ablagerung der Lefipán Formation. Aufgrund der Sedimentologie wird von ihm starker Welleneinfluss und Tidenbeeinflussung in einem flachmarinen Milieu angenommen. Letzteres wurde durch die eigenen Geländebeobachtungen bestätigt. Detaillierte Untersuchungen zur Rekonstruktion des Ablagerungsraumes im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo ergaben, dass es sich um tidendominierte Delta-Ablagerungen handelt, die im proximalen Bereich sedimentierten (Ruiz et al. 2005; Scasso et al. eingereicht). Westlich und nordwestlich des Arbeitsgebietes lassen sich die mächtigen Ablagerungen der Lefipán Formation nicht weiterverfolgen. In südöstlicher Richtung wird der marine Charakter der Lefipán Formation größer, was auch durch den Fossilinhalt belegt wird, wie beispielsweise die Überreste eines Plesiosauriers zeigen, die bei der Typuslokalität der Lefipán Formation gefunden wurden.

3. Material und Methoden

3.1. Material

Um die Proben zu sammeln wurden zwei Geländekampagnen in Patagonien durchgeführt (22.03. bis 06.04.2003 und 09.03. bis 29.03.2004). Die Profilaufnahmen und paläontologischen Beprobungen wurden 2003 durch Martin Aberhan, Wolfgang Kiessling, Henning Scholz und Francisco Medina, 2004 durch Martin Aberhan, Wolfgang Kiessling und mich durchgeführt.

In den verschiedenen Profilen wurden zahlreiche Horizonte beprobt (Anzahl der Horizonte mit identifizierbarem Fossilinhalt: gesamt: 210, OP: 34, BJB: 43, BJB B: 7, HU: 30, HUR: 12, HU Road: 3, SM: 60, SMKT: 13, M 2: 8). Dabei wurden für die jeweiligen Probenhorizonte alle erkennbaren Sedimentmerkmale erfasst. Das Hauptaugenmerk lag auf dem Fossilinhalt der beprobten Horizonte. Die gesammelte Invertebraten-Makrofauna setzt sich aus Mollusken (v.a. Bivalven und Gastropoden, selten Cephalopoden und Scaphopoden), weiterhin Anthozoen, Echinoideen, Bryozoen und Serpuliden zusammen. Außerdem sind benthische Foraminiferen und Ostrakoden teilweise häufig. Vertebraten beschränken sich auf unbestimmbare Fischreste und Haizähne. Spurenfossilien sind nicht selten und Pflanzenreste sind im Profil von San Martin in manchen Abschnitten häufig zu beobachten.

3.2. Methoden

3.2.1. Probennahme, Datenerfassung

In den einzelnen Profilen wurde die K/Pg-Grenze mittels paläontologischer und sedimentologischer Daten festgelegt. Es wurden im Anstehenden einzelne Schichten oder Schichtpakete mit homogener Lithologie beprobt. Als Referenzpunkt zur Festlegung des Abstands zur K/Pg-Grenze diente die jeweilige Mitte der Schicht oder des Schichtpakets für die jeweiligen Probenhorizonte.

Für die einzelnen Probenhorizonte wurde die Zeitdauer der Probennahme und die Anzahl der Sammler notiert. Dies ist nötig, um die Individuenzahlen der Probenhorizonte vergleichen zu können (siehe unten).

Gut erhaltene bzw. repräsentative Exemplare aller Taxa wurden gesammelt und nicht gesammelte Individuen im Geländebuch quantitativ dokumentiert. Aus den Daten der gesammelten Proben und den aus den Geländebüchern gewonnenen Daten konnten insgesamt 13762 Exemplare registriert werden, davon entfallen 12069 auf Bivalven und Gastropoden. Es wurden insgesamt 765 Exemplare der identifizierten Taxa nummeriert. Dabei erhielten die in Berlin bearbeiteten Exemplare fortlaufende Nummern ohne Zusatz, die in Buenos Aires nummerierten Exemplare sind an dem Zusatz BA vor der laufenden Nummer erkennbar (Tabelle A 1). Die im Appendix befindlichen Tabellen sind durch den Buchstaben A gekennzeichnet. Als Anlage ist eine CD mit den Individuenzahlen der Taxa in den Probenhorizonten der jeweiligen Arbeitsgebiete beigelegt.

3.2.2. Taxonomische Bearbeitung

Die Bivalven und Gastropoden wurden anschließend taxonomisch bearbeitet. Hierbei wurden auch einige gut erhaltene Exemplare der nicht detailliert untersuchten Profile berücksichtigt. Zum Vergleich mit argentinischen Mollusken wurde Sammlungsmaterial an der Universität der La Pampa Provinz in Santa Rosa, des Museo de La Plata und der Sammlung der Universität Buenos Aires gesichtet, gemessen und fotografiert. Die Klassifizierung der Bivalven richtet sich im Wesentlichen nach der des Treatise of Invertebrate Paleontology (Cox et al. 1969), die der Gastropoden nach Bouchet & Rocroi (2005). Weiterhin wurden verschiedene neuere systematische Arbeiten berücksichtigt.

In den Arbeitsgebieten wurden insgesamt 139 Bivalven- und Gastropoden-Arten unterschieden. Darunter befinden sich 96 Bivalven-Arten und 43 Gastropoden-Arten, von denen 4 Taxa aus nicht detailliert untersuchten Profilen stammen (*Acteon* sp., Turridae indet.) oder nicht horizontal gesammelt wurden (*Saulopsis* sp. A + *Cucullaea* sp. A). Die beschriebenen Arten verteilen sich auf 60 Bivalven-Gattungen und 25 Gastropoden-Gattungen. Von den insgesamt 85 Gattungen kommen 67 Gattungen nur mit einer Art vor. Auf die übrigen 18 Gattungen verteilen sich 47 Arten. Nicht alle Taxa konnten auf Art- oder Gattungsniveau bestimmt werden. In 18 Fällen wurden die entsprechenden Taxa einer Überfamilie, Familie oder Unterfamilie zugeordnet. War dies nicht zweifelsfrei möglich, wurden die jeweiligen Taxa mit einem Arbeitsnamen versehen, z.B. Gastropoda sp. A oder Heterodonta P. Daher besitzen sieben Taxa nur einen Arbeitsnamen.

Vollständige oder nahezu vollständige Exemplare wurden vermessen, die Messungen finden sich bei den Beschreibungen der jeweiligen Taxa. Die wichtigsten gemessenen Größen sind bei Bivalven und Gastropoden die Höhe (H) und Länge (L) bzw. Breite (B) (Abb. 3.1). Zum Teil wurden weitere Strecken an den Gehäusen vermessen, wie beispielsweise die Konvexität (K) bei Bivalven und die Höhe der letzten Windung bei Gastropoden (siehe Abb. 3.1). Eine Liste aller verwendeten Abkürzungen ist in Tabelle 3.1 zu finden. Bei sämtlichen Messwerten handelt es sich um Angaben in mm. Bei fragmentarischer Erhaltung (FR) wurde in den meisten Fällen auf die Berechnung von Größenverhältnissen verzichtet. Wenn sich die Größen bei unvollständigen Exemplaren extrapolieren ließen, sind die Messwerte mit ca. versehen. Die Messwerte der Konvexität (K) bei Bivalven beziehen sich auf die jeweiligen Einzelklappen, soweit nicht AV für artikulierte Klappen angegeben ist.

Die im Danium auftretenden Anthozoen konnten zwar zwei verschiedenen Taxa zugeordnet werden, auf die ausführliche Beschreibung im Systematikeil wurde jedoch verzichtet. Die vorkommenden Echinoideen, Bryozoen und Serpuliden werden im Systematikeil ebenfalls nicht beschrieben, da auf eine genauere taxonomische Bearbeitung dieser Gruppen verzichtet wurde.

Die Angaben zur Paläobiogeographie im Systematikeil beziehen sich auf die Verbreitung der jeweiligen Gattung im Zeitraum vom Campanium bis Danium aus den Daten der Paleobiology Database (PBDB, <http://paleodb.org>). Die Angaben des Treatise lassen sich nicht auf diesen Zeitraum begrenzen und beinhalten die geographische Verbreitung der Gattung während seiner kompletten Lebensdauer. Zusätzlich zu den Angaben aus der PBDB und des Treatise werden oftmals weitere paläobiogeographische Verbreitungen, die durch andere Quellen belegt sind, angeführt.

Die stratigraphischen Reichweiten von Sepkoski und den Daten der PBDB beziehen sich auf die jeweils beschriebene Gattung.

Tab. 3.1: Liste der im Text und den Tabellen verwendeten Abkürzungen in alphabetischer Reihenfolge.

A _H	Aurikelhöhe (max.)
A _L	Aurikellänge (max. bei Entolium am ventralen Aurikelfrand gemessen)
AR	Aragonit/Hoch-Mg-Calcit
AR/CA	gemischt Aragonit/Calcit
AV	artikulierte Klappen
B	Breite
BA	Buenos Aires
BJG	Bajada del Jagüel
BJG B	Bajada del Jagüel Grenzprofil
BP	Barda de los Perros
C	Karnivore
CA	überwiegend Niedrig-Mg-Calcit
CH	Chemosymbionten
CO	Cañadón del Oro
DF	Depositfresser
DM	Don Manuel
E	epifaunal
EB	epifaunal byssat
EB-SF	epibyssate Suspensionsfresser
EC	Estancia Carmen
E-C	epifaunale Karnivore
E-H	epifaunale Herbivore
EZ	epifaunal zementierend
EZ-SF	zementierende epifaunale Suspensionsfresser
FI	flach-infaunal
FI-C	flach-infaunale Karnivore
FI-DF	flach-infaunale mobile Depositfresser
FI-OD	flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser
FI-SF	flach-infaunale Suspensionsfresser
FLE-SF	frei-lebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser
FMO	fakultativ mobil
FR	Fragment
GE	Germilac
GR	General Roca
GRB	General Roca
H	Herbivore
H	Höhe (bei Messungen)
H _{IW}	Höhe der letzten Windung bei Gastropoden
HU	Huantraico
HUR	Huantraico Riff
HU Road	Huantraico Road
I	infaunal
I-DF	infaunale Depositfresser
K	Konvexität
L	Länge

L _a	anteriore Länge
LF	Lefipán
L _p	posteriore Länge
LV	linke Klappe
M 2	M 2 Profil nahe San Martin
MC	Mikrokarnivore
MO	mobil
MT	Monotypie
MW	Mittelwert
Nr	Exemplar-Nummer
oA	ohne Apex (Gastropoden)
OD	Original Designation (Original-Benennung)
O-DF	Oberflächen-Depositfresser
OP	Opaso
p	Signifikanz (Mann Whitney U)
PBDB	Paleobiology Database
QT	Quebrada de la Toma
r _s	Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman
RV	rechte Klappe
S	stationär/sessil
SD	Subsequent Designation (Nachträgliche Benennung)
SF	Suspensionsfresser
SI	semiinfaunal
SI-SF	endobyssate/semiinfaunale Suspensionsfresser
SM	San Martin
SM KT	San Martin Kreide-Tertiär-Grenze
SMT	Subsequent Monotypie (Nachträgliche Benennung)
SR KT	San Ramon Kreide-Tertiär-Grenze
T	Tautonymie
TI	tief-infaunal
TI-CH	tief-infaunale Chemosymbionten
TI-OD	tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser
TI-SF	tief-infaunale Suspensionsfresser
UW	Umbonalwinkel
W	Windungen (Gastropoden)

3.2.3. Präparation und Fotos

Die Präparation der in Berlin bearbeiteten Proben wurde zum Großteil von Hans-Hartmut Krüger, Evelin Stenzel und Markus Brinkmann, den Präparatoren des Naturkundemuseums durchgeführt. Einige Präparationsarbeiten in Berlin und Buenos Aires wurden von mir selbst ausgeführt.

Die Fotos der in Berlin bearbeiteten Proben wurden von Carola Radke, der Fotografin des Naturkundemuseums, mit einer Sony DSC-F828 (digitale Kompaktkamera) und einer Nikon D200 (digitale Spiegelreflexkamera) mit einem Mikro Nikkor 60mm Objektiv gemacht.

Da nicht alle Proben nach Berlin transportiert werden konnten, musste das Material der Geländekampagne 2004 in Buenos Aires bearbeitet werden. Dabei wurden die Proben mit einer Nikon Coolpix (4500) (digitale Kompaktkamera) fotografiert.

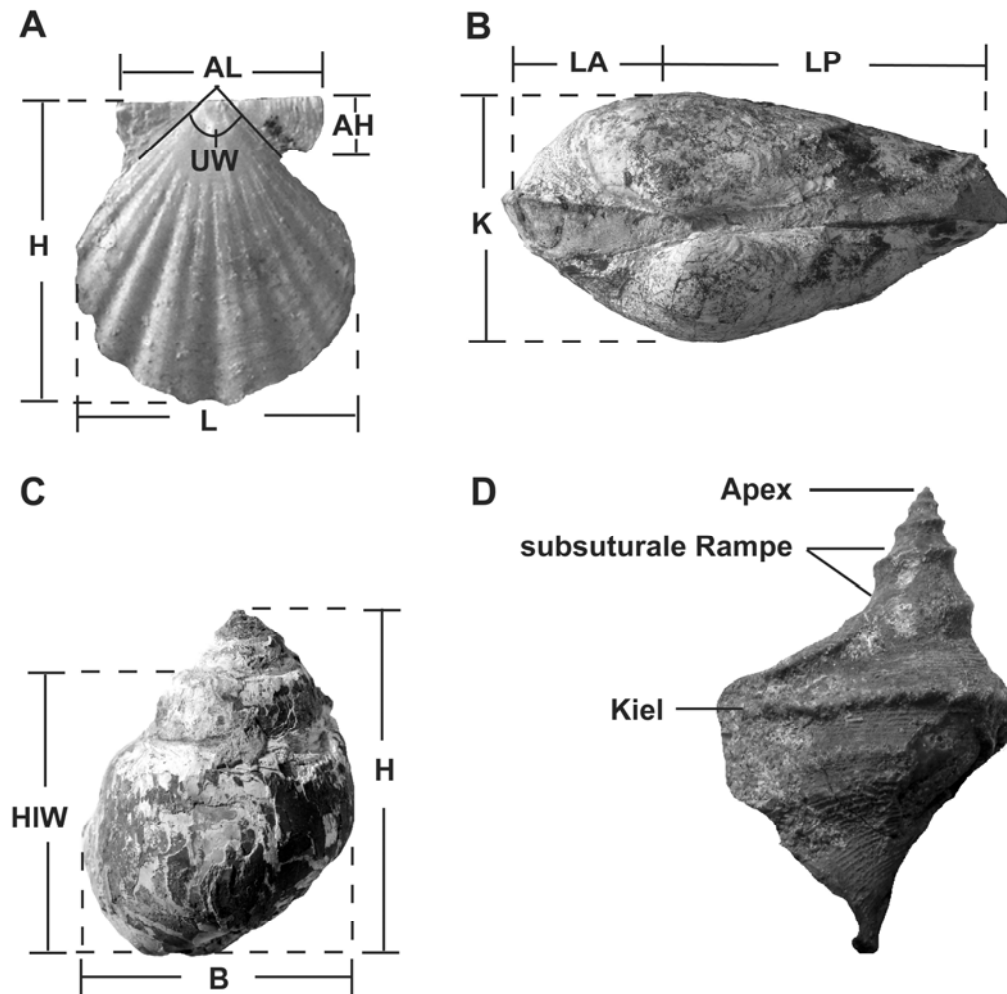


Abb. 3.1: A-C Messstrecken von Bivalven und Gastropoden, die in den Tabellen von Kapitel 4 Verwendung finden. Aurikelhöhe (AH), Aurikel-Länge (AL), Breite (B), Höhe (H), Höhe der letzten Windung (HIW), Konvexität (K), Länge (L), anteriore Länge (LA), posteriore Länge (LP), Umbonalwinkel (UW). **D** Einige Gehäusecharakteristika von Gastropoden.

3.2.4. Analysemethoden

Für alle Analysen wurden nur die benthischen Makroinvertebraten berücksichtigt. Cephalopoden, Vertebratenreste, Foraminiferen und Ostrakoden wurden nicht in die Analysen einbezogen. Die angewandten Analysen lassen sich zwei verschiedenen Ansätzen zuordnen, denjenigen zur Paläoökologie einerseits und denen zur Paläobiodiversität andererseits. Bei ersteren stehen die Veränderungen innerhalb ökologischer Gruppen in den untersuchten Profilen und Arbeitsgebieten sowie die Unterschiede zwischen Maastrichtium und Danium im Vordergrund. Die Analysen zur Paläobiodiversität beinhalten lokale Paläobiodiversitätsmuster in den jeweiligen Profilen und die Paläobiodiversitätsdynamik der Arbeitsgebiete und der Gesamtregion. Während in den paläoökologischen Analysen zumeist prozentuale Faunenanteile ökologischer Gruppen im Fokus stehen, wird im Rahmen der Analysen zur Paläobiodiversität die taxonomische Entwicklung untersucht.

3.2.4.1. Paläoökologische Analysen

Für die paläoökologischen Analysen (abgesehen von der Individuenzahl-Analyse) wurden nur Probenhorizonte, in denen mindestens zehn Individuen ($N > 9$) nachgewiesen wurden, berücksichtigt, damit die ermittelten prozentualen Anteile auf einer nicht zu kleinen Probenmenge beruhen. Die Anzahl der in den entsprechenden Analysen beinhalteten Probenhorizonte sind Tabelle A 2 zu entnehmen.

Die identifizierten Makrobenthos-Organismen wurden aufgrund des Vergleichs mit rezenten verwandten Taxa und der Schalenmorphologie in 7 Ernährungskategorien, 3 Lebensweisen, 13 Gilden (hier ausschließlich Bivalven und Gastropoden), 3 Mobilitätsgruppen und 3 verschiedene Schalenmineralogien eingeteilt (Tabellen 3.2 bis 3.5, Tabelle A 4). Wichtige Arbeiten, die sich mit der Lebensweise rezenter und fossiler Mollusken befassen und bei der Einteilung als wichtige Informationsquelle dienen, sind Cox et al. (1969), Stanley (1970), Amler et al. (2000) und Stilwell (2003).

Wenn sich bei Bivalven und Gastropoden die Gattung oder Art nicht ermitteln ließ, wurden Arbeitsnamen vergeben oder zumindest die Familie, Überfamilie oder Ordnung bestimmt, damit deren Individuenzahlen in die ökologischen Analysen einfließen konnten. Hierzu ist es oft ausreichend, das entsprechende Taxon aufgrund seiner Familienzugehörigkeit in die verschiedenen ökologischen Kategorien einordnen zu können.

Für Ernährungskategorien, Gilden und Lebensweisen wurden für die jeweiligen Probenhorizonte die prozentualen Anteile an der Gesamtfaua ermittelt. Die Fehlerbalken stellen die 95% Konfidenzintervalle des Binomialfehlers dar. Dieser wurde für alle Prozentwerte verwendet und ist abhängig vom Prozentwert und von der Probengröße N . Bei der Berechnung der Fehlerbalken wurde auf eine Programmierung von Wolfgang Kiessling in Excel zurückgegriffen, der eine Arbeit von Raup (1991) zugrunde liegt.

Für die Profile von BJG, BJGB und OP (alle Profile im Arbeitsgebiet Bajo de Añelo) wurden zusätzlich Werte für 2 m Intervalle ermittelt. Grundlage dieser Methode ist die gleichmäßige Sedimentologie in diesen Profilen und die daraus postulierte gleichmäßige Ablagerungsgeschwindigkeit. Daher wird davon ausgegangen, dass in der gleichen Profilmächtigkeit auch annähernd die gleiche geologische Zeit steckt.

Da sich im Profil von San Martin (SM) die Lithologie stark ändert, wurden dort die Paläoökologie-Analysen zusätzlich nur auf die Tonsteine bzw. Ton- und Siltsteine beschränkt, um Effekte, die Faziesänderungen auf die Zusammensetzung der Fauna haben könnten, zu minimieren und die Probenhorizonte vergleichen zu können. Daraus resultiert natürlich eine deutliche Reduktion der Probenhorizonte in SM: 24 Horizonte von Ton- und Siltsteinen und 17 Horizonte bei ausschließlicher Betrachtung der Tonsteine stehen 47 Horizonte bei allen Lithologien gegenüber.

3.2.4.1.1. Individuenzahlen

In die Analyse der Individuenzahlen gingen auch unbestimmbare Individuen ein, die sich aufgrund der schlechten und fragmentarischen Erhaltung keinen identifizierten Taxa zuordnen ließen. Diese wurden als *Bivalvia indet.* und *Gastropoda indet.* bezeichnet.

Die Ermittlung der Individuenzahlen von Echinoideen anhand der Stacheln und Platten ist problematisch. Daher wurden von Echinoideen nur komplette Exemplare oder große

Fragmente berücksichtigt und in die Analyse einbezogen. Reste von Krebsen wurden komplett aus der Analyse genommen, da wegen des möglichen Vorhandenseins von Häutungsresten ebenfalls sehr schwierig eine Individuenzahl zu ermitteln gewesen wäre.

Bei Bivalven wurden zur Ermittlung der Individuenzahl folgende Angaben der gesammelten bzw. im Geländebuch verzeichneten Exemplare benötigt: linke oder rechte Klappe (LV, RV), doppelklappiges Exemplar (AV) oder Fragment (FR), wenn nicht festgestellt werden konnte, um welche Klappe es sich handelte. Sehr kleine Fragmente, die von einem größeren Fragment oder einer identifizierten linken oder rechten Klappe oder einem doppelklappigen Exemplar stammen können, wurden nicht berücksichtigt.

Aus diesen Daten für Muscheln wurden nach folgender Formel die Individuenzahlen ermittelt: $IND = AV + (FR/2) + MAX(RV:LV)$.

Somit ergeben sich aus den 13762 Exemplaren 8977 Individuen, wobei 8434 auf Bivalven und Gastropoden fallen. Da in den anderen paläoökologischen Analysen nur Probenhorizonte mit $N > 9$ berücksichtigt wurden, gingen dementsprechend weniger Individuen in diese Analysen ein (Tabelle A 3).

Die Individuenzahl pro Probenhorizont dient näherungsweise als Proxi für die vorhandene Biomasse. Die Individuenzahlen zwischen den verschiedenen Probenhorizonten lassen sich jedoch nur vergleichen, wenn sie hinsichtlich der Dauer der Probennahme und der Anzahl der Sammler normiert werden. Die ermittelten Individuenzahlen wurden daher so umgerechnet, als wäre jeder Probenhorizont mit 2 Sammlern 60 Minuten lang beprobt worden. Somit ergeben sich auf Beprobungsdauer und Sammleranzahl standardisierte Individuenzahlen. Da für einige Probenhorizonte die Sammlungsdauer nicht notiert wurde, konnten für diese keine standardisierten Individuenzahlen ermittelt werden.

3.2.4.1.2. Ernährungsweise

Für diese Analyse wurden die benthischen Makroinvertebraten (Bivalven, Gastropoden, Scaphopoden, Serpuliden, Echinoideen, Anthozoen) in sieben verschiedene Ernährungskategorien eingeteilt (Tabelle 3.2 und A 4).

Der Großteil der Bivalven ernährt sich durch das Herausfiltern von im Wasser suspendierten Nahrungspartikeln. Diese Bivalven werden demnach, ebenso wie die Vertreter der Turritellidae, als Suspensionsfresser klassifiziert. In die Kategorie der infaunalen Depositfresser fallen alle Vertreter der Nuculoida. Die Oberflächen-Depositfresser ernähren sich von Partikeln von der Sedimentoberfläche, leben aber entweder flach-infaunal wie die Aporrhaiden, oder tief-infaunal wie die Vertreter der Telliniden. Herbivore und Karnivore sind im Wesentlichen Vertreter der Gastropoden. Mit *Cuspidaria* konnte nur eine karnivore Bivalven-Gattung nachgewiesen werden. Mikrokarnivor sind die in den Probenhorizonten vorhandenen Korallen.

Eine besondere Ernährungskategorie bilden die Vertreter der Lucinidae. Alle rezenten Vertreter dieser Familie, die bisher daraufhin untersucht wurden, besitzen Sulfid-oxidierende Bakterien als Chemosymbionten in ihren Kiemen (Taylor & Glover 2000). Die Stoffwechselprodukte dieser Bakterien und die Bakterien selbst können einen bedeutenden Teil des Nahrungsbedarfs der Luciniden liefern. Aber auch suspendierende und deposit-fressende Ernährungsweisen kommen bei Luciniden vor. Durch die chemosymbiontische Ernährungsweise

sind die Luciniden unabhängiger vom Planktonangebot als beispielsweise die Suspensionsfresser.

3.2.4.1.3. Gilden und Lebensweise

In diese Analysen gingen nur Bivalven und Gastropoden ein. Neben der Ernährungsweise wird bei der Einteilung in die Gilden auch die Lebensweise und die Mobilität der Taxa berücksichtigt. Insgesamt wurden die identifizierten Taxa in 13 Gilden eingeteilt (Tabelle 3.3 und A 4).

So ergeben sich für die Suspensionsfresser neben zwei infaunalen Gilden und einer semiinfaunalen Gilde auch drei epifaunale Gilden. Die Oberflächen-Depositfresser wurden in die flach-infaunalen Aporrhaiden und die tief-infaunalen Telliniden eingeteilt. Auch Karnivore wurden entsprechend ihrer Lebensweise in epifaunale und flach-infaunale Vertreter gegliedert. Bei den Analysen zur Lebensweise wurden epifaunale, semiinfaunale und infaunale Vertreter unterschieden.

Tab. 3.2: In den Analysen verwendete Codierung für die unterschiedenen Ernährungskategorien der benthischen Makroinvertebraten und deren Abkürzungen.

Codierung	Ernährungskategorien	Abkürzung
1	Suspensionsfresser	SF
2	Infaunale Depositfresser	I-DF
3	Oberflächen-Depositfresser	O-DF
5	Herbivore	H
6	Carnivore	C
7	Mikrocarnivore	MC
9	Chemosymbionten	CH
10	unbekannt	U

Tab. 3.3: In den Analysen verwendete Codierung für die unterschiedenen Gilden der Bivalven und Gastropoden und deren Abkürzungen.

Codierung	Gilden	Abkürzung
1	flach-infaunale Suspensionsfresser	FI-SF
2	flach-infaunale mobile Depositfresser	FI-DF
3	tief-infaunale Suspensionsfresser	TI-SF
4	tief-infaunale Chemosymbionten	TI-CH
5a	flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser	FI-OD
5b	tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser	TI-OD
6	endobysate/semiinfaunale Suspensionsfresser	SI-SF
7	epibysate Suspensionsfresser	EB-SF
9	frei-lebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser	FLE-SF
10	zementierende epifaunale Suspensionsfresser	EZ-SF
12a	epifaunale Carnivore	E-C
12b	flach-infaunale Carnivore	FI-C
13	epifaunale Herbivore	E-H
14	unbekannt	U

Tab. 3.4: In den Analysen verwendete Codierung für die unterschiedenen Mobilitätskategorien der benthischen Makroinvertebraten und deren Abkürzungen.

Codierung	Mobilität	Abkürzung
1	stationär/sessil	S
2	fakultativ mobil	FMO
3	mobil	MO

Tab. 3.5: In den Analysen verwendete Codierung für die unterschiedenen Schalen- bzw. Skelettmineralogien der Bivalven, Gastropoden und Anthozoen und deren Abkürzungen.

Codierung	Schalen(Skelett-)mineralogie	Abkürzung
1	Aragonit/Hoch-Mg-Calcit	AR
2	gemischt Aragonit/Calcit	AR/CA
3	überwiegend Niedrig-Mg-Calcit	CA

3.2.4.1.4. Mobilität

In dieser Analyse wurden alle benthischen Makroinvertebraten berücksichtigt, die dabei in drei verschiedene Mobilitätsklassen eingeteilt wurden (Tabelle 3.4 und A 4). Stationäre bzw. sessile Formen, wie beispielsweise Austern, bekamen den Wert 1 zugeordnet. Fakultativ mobile Makroinvertebraten, zu denen zahlreiche Vertreter der heterodonten Bivalven sowie die schwimmfähigen Pectiniden gehören, erhielten den Wert 2. Zur Mobilitätskategorie 3, die mobile Formen beinhaltet, zählen alle Gastropoden, weshalb auch Gastropoda indet. in diese Analyse einbezogen wurden sowie Echinoideen und Bivalven der Nuculoida.

Neben den prozentualen Anteilen der drei Mobilitätskategorien in den jeweiligen Probenhorizonten wurde für jede Faunenassoziation (Probenhorizont) die mittlere Mobilität aus der Häufigkeit der jeweiligen Mobilitätskategorien ermittelt. Dies wurde zum einen unter Miteinbeziehung der gesamten benthischen Makroinvertebraten, zum anderen ohne Berücksichtigung der chemosymbiontischen Luciniden und der Depositfresser durchgeführt. Der Ausschluss dieser zwei Gruppen erfolgte mit dem Hintergrund, dass diese Gruppen nicht direkt von Planktonpartikeln als Nahrungsquelle abhängig sind. Somit wurde die Entwicklung der Mobilität auch ohne die, in gewisser Weise, plankton-unabhängigen Luciniden und Depositfresser analysiert. Die Fehlerbalken der mittleren Mobilität stellen die 95% Konfidenzintervalle des Standardfehlers dar.

3.2.4.1.5. Größe

Für die Analyse der Größenentwicklung wurde auf eine vorherige Analyse von Aberhan et al. (2007) zurückgegriffen. Diese Analyse beschränkt sich auf das Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo mit seiner sehr einheitlichen Sedimentologie. Dabei wurde für jedes messbare Exemplar das geometrische Mittel aus zwei Dimensionen gebildet. Bei Bivalven entspricht dieses der Quadratwurzel aus Länge x Höhe. Aus den geometrischen Mitteln aller gemessenen Exemplare eines Taxons wurde die mittlere Größe für das jeweilige Taxon ermittelt. Kombiniert mit der Häufigkeit der Taxa in einem Probenhorizont konnte so für jede Faunenassozia-

tion eine mittlere Schalengröße ausgerechnet werden. Die Fehlerbalken stellen dabei die 95% Konfidenzintervalle des Standardfehlers dar.

Um die Abhängigkeit der Größenentwicklung vom Aussterben großwüchsiger Taxa zu kontrollieren, wurden die Mittelwerte der geometrischen Mittel der Taxa verglichen (Tabelle A 5). Für Taxa, die in den Arbeitsgebieten im Maastrichtium und Danium vorkommen, wurden Mittelwerte für beide Stufen ermittelt. Somit wurden für alle Taxa mit vorhandenem geometrischen Mittel die Mittelwerte des Maastrichtiums mit denen des Daniums durch einen Mann-Whitney-U-Test in SPSS verglichen. Diese Analyse wurde für alle vorhandenen Werte aller Arbeitsgebiete und auch unter Ausschluss der in beiden Stufen vorkommenden Taxa durchgeführt. In einer weiteren Analyse wurde nur das Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo berücksichtigt. Des Weiteren wurden die Mittelwerte der Taxa, von denen sowohl aus dem Maastrichtium wie auch dem Danium Messwerte vorliegen, unter Berücksichtigung aller Arbeitsgebiete verglichen.

Das Risiko des lokalen Aussterbens wurde durch eine Korrelation zwischen den mittleren Größen der im Maastrichtium vorhandenen Taxa mit dem lokalen Aussterben bzw. Überleben überprüft. Dabei wurde die Korrelation mittels des Rangkorrelationskoeffizienten von Spearman in SPSS getestet, wobei das Signifikanzniveau bei 0,01 liegt.

3.2.4.1.6. Schalenmineralogie

Für die Analyse der Schalenmineralogie wurden die Taxa der Gilden-Analyse betrachtet, also Bivalven und Gastropoden. Zusätzlich wurde die Schalenmineralogie auch unter Einbeziehung der Korallen analysiert.

Um auszuschließen, dass es sich bei Änderungen in der Faunenzusammensetzung um diagenetische Effekte handelt, die durch die Schalenmineralogie der vorhandenen Benthofauna beeinflusst werden, wurden die Taxa in drei verschiedene Mineralogien kategorisiert (Tabelle 3.3 und A 4). Mit dem Zahlenwert steigt die Stabilität der Calciumcarbonat-Varianten an. Den Wert 1 bekamen Taxa aus Aragonit und/oder Hoch-Mg-Calcit zugeordnet. Vertreter mit Schalen, die aus Aragonit und Calcit bestehen, haben den Wert 2. In die Kategorie 3 gehören Taxa, deren Schale im Wesentlichen aus Niedrig-Mg-Calcit bestehen. Analog zu der Berechnung der mittleren Mobilität konnte aus den jeweiligen Häufigkeiten der drei Kategorien in einem Probenhorizont eine mittlere Mineralogie für jeden Probenhorizont ermittelt werden. Die Fehler stellen die 95% Konfidenzintervalle des Standardfehlers dar.

3.2.4.1.7. Vergleich Maastrichtium vs. Danium

Durch die ökologischen Analysen sind für die Probenhorizonte die prozentualen Anteile der verschiedenen Ernährungsweisen, Lebensweisen, Gilden, Mobilitäten und Schalenmineralogien ermittelt worden. Aus diesen Prozentwerten wurden für alle Probenhorizonte des Maastrichtiums bzw. Daniums Mittelwerte errechnet. Es wurden nur Probenhorizonte berücksichtigt, in denen mindestens zehn Individuen ($N > 9$) gefunden wurden. Diese Analysen wurden für die verschiedenen Arbeitsgebiete durchgeführt. Es ergaben sich so Vergleiche der Zusammensetzung der Faunenassoziationen des Maastrichtiums mit denen des Daniums im Hinblick auf Ernährung, Lebensweise, Gilden, Mobilitäten und Schalenmineralogien. Dabei wurden die Profile der jeweiligen Arbeitsgebiete zusammengefasst. Die Profile OP, BJG und

BJG B lieferten den Datensatz für Bajo de Añelo, die Profile HU, HUR und HU Road für die Sierra Huantraico und SM, SM KT, SR KT und M2 für das Gebiet von Paso del Sapo. Auch für alle Probenhorizonte der genannten Profile sämtlicher Arbeitsgebiete wurde diese Analyse durchgeführt. Somit ergibt sich ein Gesamtvergleich zwischen Maastrichtium und Danium aller Arbeitsgebiete, also der Gesamtregion.

3.2.4.1.8. Tests und Korrelationen

Die Mittelwerte für die Faunenassoziationen des Maastrichtiums und des Daniums wurden mit SPSS auf ihre signifikanten Unterschiede getestet. Dafür wurden T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Berücksichtigt wurden die Signifikanzen für ungleiche Varianzen. Da die Daten keine Normalverteilung zeigen, wurde in SPSS ebenfalls ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt, um die Daten des Maastrichtiums und des Daniums auf signifikante Unterschiede zu testen. Im Text sind die Werte des Mann-Whitney-U-Test angegeben, wobei als Signifikanzniveau (α) 0,05 gewählt wurde.

Um nach signifikanten Beziehungen zwischen bestimmten Kategorien zu testen, wurden in SPSS Korrelationen mit dem Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten (r_s) durchgeführt. Die im Text angegebenen Werte haben bis auf wenige Ausnahmen mit 0,05 ein Signifikanzniveau von 0,01.

Vor dem Vergleich von prozentualen Anteilen beispielsweise verschiedener Gilden wurden die Prozentwerte nach folgender Formel logit-transformiert: $\log\% = \text{LN} ((X/100)/(1-(X/100)))$. Das X steht hier für den zu transformierenden Prozentwert.

3.2.4.2. Analysen zur Paläobiodiversität

3.2.4.2.1. Dateneingabe Paleobiology Database

Die absoluten Individuenzahlen der Probenhorizonte wurden in die Datenbank der Paleobiology Database (PBDB, <http://paleodb.org>) eingegeben. Da Probenhorizonte ohne identifizierbare Taxa nicht in die PBDB-Datenbank eingegeben wurden, ist die Zahl der dort enthaltenden collections (210) geringer als die Zahl der tatsächlich im Gelände beprobten Horizonte.

Bei der Betrachtung der Taxa-Anzahl im Maastrichtium und Danium der verschiedenen Arbeitsgebiete wurden die Profile berücksichtigt, die detailliert untersucht wurden und deren Daten in die PBDB eingegeben wurden. Für die einzelnen Arbeitsgebiete sind dies im einzelnen:

Bajo de Añelo:	Opaso Profil (OP) Bajada del Jagüel Profil (BJG) Bajada del Jagüel Grenzprofil (BJG B)
Sierra Huantraico:	Huantraico Profil (HU) Huantraico Riff Profil (HUR) Huantraico Road Profil (HU Road)

Paso del Sapo: San Martin Profil (SM)
 SM KT und SR KT Grenzprofile
 M 2 Profil

3.2.4.2.2. Darstellung stratigraphischer Reichweiten

Mit Hilfe der Analysetools der PBDB wurden für die einzelnen Profile die stratigraphischen Reichweiten der Taxa dargestellt. Zur Berechnung der Konfidenzintervalle der stratigraphischen Reichweiten wurde die Methode von Strauss & Sadler (1989) gewählt. Dabei wurden die 50% Konfidenzintervalle berücksichtigt. Im Text werden nur die Profile von BJG, HU und SM berücksichtigt, weil in den anderen Profilen entweder Maastrichtium oder Danium in der Anzahl der Probenhorizonte stark unterrepräsentiert ist.

Die Daten der stratigraphic sections der Arbeitsgebiete von Neuquén und Chubut wurden am 18.09.2008 heruntergeladen. Die Angaben im Text zu den stratigraphischen Reichweiten beziehen sich auf die Analyse auf Artniveau.

3.2.4.2.3. Lokale Paläobiodiversitätsmuster

Nach dem Herunterladen der in die PBDB eingegebenen Daten der Arbeitsgebiete wurden mit Hilfe eines Programms von Wolfgang Kiessling für alle Probenhorizonte verschiedene Diversitätsmaße (Alpha-Paläobiodiversität, Shannon-Index, Evenness, Paläobiodiversität nach Rarefaction) berechnet und somit die lokalen Paläobiodiversitätsmuster für die verschiedenen Profile ermittelt.

Die Alpha-Paläobiodiversität ist die tatsächlich in einem Probenhorizont vorhandene Anzahl verschiedener Taxa. In die Alpha-Paläobiodiversität gingen auch einige nicht genau bestimmbare Taxa ein, die im Systematik-Kapitel nicht beschrieben wurden. Sie konnten jedoch den übrigen identifizierten Taxa der jeweiligen Probenhorizonte nicht zugeordnet werden und müssen daher bei der Bestimmung der Alpha-Paläobiodiversität in Betracht gezogen werden (*Panopea* sp., *Ostreoidea* sp.).

Da die Paläobiodiversität eines Probenhorizonts von der Probengröße beeinflusst wird, werden mittels einer Rarefaction-Analyse Werte für die Paläobiodiversität ermittelt, unter der Annahme, dass in allen Probenhorizonten die gleiche Anzahl von Individuen vorhanden ist. Es wird also auf eine kleinere Probengröße heruntergerechnet. Die Rarefaction-Analyse wurde hier mit $N = 20$ durchgeführt, d.h. Probenhorizonte mit weniger als 20 Individuen wurden nicht berücksichtigt. Daher wurden alle anderen Analysen der lokalen Paläobiodiversitätsmuster ebenfalls nur mit den Horizonten, in denen mindestens 20 Individuen vorhanden sind, durchgeführt. Die Formel für die Berechnung der Paläobiodiversität mittels Rarefaction setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Dabei bedeuten die einzelnen Parameter: $E(S_n)$ = erwartete Artenzahl; S = Gesamtartenzahl im Probenhorizont; N_i = Anzahl der Exemplare von Art i ; N = Gesamtumfang der Probe; n = Umfang der standardisierten Probe.

Bei den Fehlern (Fehlerbalken) der Paläobiodiversität nach Rarefaction handelt es sich um die Standardabweichung. Da durch die Rarefaction-Analyse bereits auf die Probengröße normiert wurde, kann hier nicht der Standardfehler verwendet werden.

Der Shannon-Index (H), der teilweise Shannon-Wiener Index genannt wird, zieht neben der Anzahl der Arten auch die relative Häufigkeit bzw. die Individuenzahl je Art in Betracht. Er berechnet sich nach folgender Formel: $H = -\sum p_i \times \ln(p_i)$, wobei p_i der Anteil einer Art i an der Gesamtzahl N ist, also $p_i = n_i/N$.

Die Evenness (J) ist der standardisierte Shannon-Index und berechnet sich aus H/H_{\max} , wobei $H_{\max} = \ln(S)$ (S = Artenzahl). Für H und J werden keine Fehler angegeben.

Wie bei den Paläoökologie-Analysen wurden auch bei diesen Analysen im SM Profil die Probenhorizonte mit Tonsteinen bzw. mit Ton- und Siltsteinen noch einmal separat betrachtet. Zusätzlich dazu wurden die Analysen zur lokalen Paläobiodiversitätsdynamik nur unter Berücksichtigung der Probenhorizonte durchgeführt, die den stärksten marinen Charakter besaßen. Die Auswahl der Probenhorizonte stützt sich dabei auf eine Faziesanalyse von Scasso et al. (eingereicht). Danach wurden ausschließlich Probenhorizonte der Faziesassoziation II berücksichtigt.

Wie bei den verschiedenen paläoökologischen Parametern wurden auch hier mit SPSS nichtparametrische Tests (Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt, um signifikante Unterschiede zwischen den Werten des Maastrichtiums und Daniums festzustellen.

Um zu kontrollieren, ob sich das Verschwinden der Arten in den Profilen an der K/Pg-Grenze konzentriert, wurde von Wolfgang Kiessling ein Permutationstest mit dem Statistikprogramm „R“ (<http://www.r-project.org/>) durchgeführt. Dabei wurden alle Vorkommen durcheinandergemischt und anschließend die ersten 800 als Maastrichtium und die zweiten als Danium angenommen und 10000 Versuche durchgeführt. In einem zweiten Test wurde die K/Pg-Grenze sukzessive verschoben und die sich dabei ergebenden Aussterberaten auf Gattungsniveau ermittelt. Dabei wurden zunächst alle Vorkommen über den untersten zehn Vorkommen (Maastrichtium) als Danium angesehen. Anschließend wurde das Maastrichtium sukzessive nach oben ausgedehnt.

3.2.4.2.4. Paläobiodiversitätsdynamik

Die Aussterbe- und Neuentstehungsraten wurden aus den Quotienten der Summe ausgestorbener bzw. neu entstandener Gattungen und der Anzahl der im Maastrichtium bzw. Danium vorhandenen Gattungen ermittelt, wobei Untergattungen als Gattungen angesehen wurden. Bei den angegebenen Fehlern handelt es sich um die Konfidenzintervalle (95%) des Binomialfehlers.

Es ist sinnvoll, Singletons bei der Berechnung von Aussterbe- und Neuentstehungsraten nicht zu berücksichtigen, da es sich bei dem einzelnen Vorkommen um eine Sammlungslücke oder auch um ein Erhaltungsproblem handeln kann (Foote 2000). Daher wurde die Mehrzahl der Analysen auch unter Ausschluss der Singletons durchgeführt. Unter Singletons versteht man traditionell Taxa, die nur in einer Stufe auftreten. Bei der Berechnung der lokalen Raten

der untersuchten Arbeitsgebiete in Patagonien wurden solche Taxa als Singletons betrachtet, die nur in einem Probenhorizont vorkommen. Ist ein Taxon in einem anderen Arbeitsgebiet vorhanden, so wird es bei der Analyse der gesamten Region nicht als Singleton gewertet, da es in mehreren Probenhorizonten auftritt.

3.2.4.2.5. Datenbanken von Sepkoski und der Paleobiology Database (PBDB)

Zunächst wurden die lokalen Raten für die verschiedenen Arbeitsgebiete und die Gesamtregion errechnet. Die Gesamtregion beinhaltet die detailliert untersuchten Arbeitsgebiete von Bajo de Añelo, der Sierra Huantraico und Paso del Sapo. Um die lokalen Raten der eigenen Daten mit denjenigen anderer Regionen zu vergleichen, wurden Taxa, die nicht auf Gattungsniveau bestimmt werden konnten, aus der Analyse ausgeschlossen. Diese Analyse wurde auf Gattungsebene durchgeführt.

Zum Vergleich mit den ermittelten Raten für die untersuchte patagonische Region, wurden Datensätze anderer Regionen von der PBDB heruntergeladen (19. und 20.11.2008) und auf Gattungsniveau analysiert. Da in den eigenen Daten nur Gattungen berücksichtigt wurden, die im Maastrichtium und Danium der beprobten Lokalitäten vorkommen, beschränkten sich die heruntergeladenen Datensätze anderer Regionen ebenfalls auf diese zwei Stufen. Die terrestrischen Gruppen der Unionidae und Pulmonata wurden bei diesen Datensätzen ausgeschlossen, um möglichst nur marine Gattungen in den Analysen zu berücksichtigen.

Es ist zu erwarten, dass die lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten höher sind als die globalen Raten, d.h. dass einige Arten/Gattungen nur lokal verschwunden sind bzw. dort neu auftreten, während sie an anderer Stelle noch vorkommen bzw. vor dem neuen Auftreten schon vorhanden waren. Diese sogenannten Lazarus-Taxa sind in einer Region oder weltweit für einen gewissen Zeitraum verschwunden, tauchen aber später im Fossilbericht wieder auf. Dabei handelt es sich um lokales Aussterben oder um ein Sammlungsartefakt.

Um zu kontrollieren, ob eine Gattung nur lokal ausgestorben oder neu im Fossilbericht der untersuchten Region aufgetaucht ist, müssen die globalen stratigraphischen Reichweiten beachtet werden. Dazu wurde neben den mittels der PBDB ermittelten stratigraphischen Reichweiten der Gattungen die Datenbank von Sepkoski (2002) verwendet. Dadurch konnten die lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten anhand der globalen stratigraphischen Reichweiten für die in den Arbeitsgebieten und den Datensätzen der Vergleichsregionen auftretenden Gattungen korrigiert werden. Gattungen, deren stratigraphische Reichweite nach Sepkoski sich durch die PBDB-Daten extrem verlängern, wurden bei der Ermittlung der Raten nicht berücksichtigt. Hierbei ist von einem taxonomischen Problem auszugehen. Die Korrektheit der PBDB-Daten bei Gattungen wie *Tellina*, *Pecten*, *Mytilus* etc. wird von mir stark bezweifelt, weshalb diese Gattungen von der Analyse ausgeschlossen wurden. Auch Gattungen, die in der Sepkoski Datenbank nicht vorhanden sind, wurden nicht berücksichtigt. Diejenigen Gattungen, die im Maastrichtium und Danium nur mit einem Vorkommen in der PBDB auftreten, wurden als Singletons betrachtet und in einer 2. Analyse ausgeschlossen. Es handelt sich in diesen Fällen nicht immer um Singletons, die auf einen Horizont beschränkt sind, wie es für die Singletons der Arbeitsgebiete definiert wurde. Dazu schwankt die stratigraphische Auflösung der verschiedenen Vorkommen (Collections) zu stark und ein Vorkommen ist nicht immer auf einen Horizont limitiert.

Die PBDB diene nicht nur als Informationsquelle zur stratigraphischen Reichweite der in den Arbeitsgebieten vorhandenen Gattungen, es wurde auch die geographische Verbreitung und die Anzahl der Vorkommen der Gattungen ermittelt. Somit wurden die in den Arbeitsgebieten vorkommenden Gattungen nicht nur nach Ernährungsweise und Lebensweise codiert, sondern auch nach ihrer Paläogeographie und der Anzahl der Vorkommen. Letzteres diene dazu, um die Häufigkeit einer Gattung auszudrücken. Die Grundlage zur Codierung der Paläogeographie und der Vorkommen bildeten Daten vom Campanium bis Maastrichtium, die im März 2008 heruntergeladen wurden. Fünf Kategorien der Paläogeographie wurden unterschieden, wobei Kategorie 1 für nur in Patagonien vorkommende und Kategorie 5 für kosmopolitische Gattungen steht (Tabelle 3.6). Entsprechend der Anzahl der Vorkommen wurden die Gattungen in 3 Kategorien eingeteilt (Tabelle 3.7).

Tab. 3.6: In den Analysen verwendete Codierung für die paläogeographische Verbreitung der jeweiligen Gattungen in der PBDB im Campanium und Maastrichtium.

Codierung	Paläogeographie
1	Patagonien
2	Patagonien und/oder Südkontinente (Antarktis und/oder Neuseeland und/oder Australien und/oder Südafrika/Madagaskar)
3	2-4 Kontinente (nicht ausschließlich „Südkontinente“)
4	mindestens 5 Kontinente
5	kosmopolitisch

Tab. 3.7: In den Analysen verwendete Codierung für die Anzahl der Vorkommen der jeweiligen Gattungen in der PBDB im Campanium und Maastrichtium.

Codierung	Anzahl der Vorkommen
1	1-74
2	75-249
3	>249

Schließlich wurden mit Hilfe der Datenbanken die Gattungen der untersuchten Region als Überlebende (1), Einwanderer (2) oder neu entstandene Gattungen (3), globale (4) oder lokale Opfer (5) klassifiziert.

Die ausgestorbenen und überlebenden Gattungen wurden durch Mann-Whitney-U-Tests auf signifikante Unterschiede im Hinblick auf folgende Parameter verglichen: Ernährungsweise, Mobilität, Schalenmineralogie, Lebensweise, mittlere Größe, paläogeographische Verbreitung, absolute Anzahl der Vorkommen (Campanium-Maastrichtium der PBDB), Vorkommen (3 Kategorien), Häufigkeit in den Probenhorizonten dieser Studie (absolute und auf Sammelintensität standardisierte Häufigkeit) (Tabelle A 5). Im Gegensatz zur Analyse der Lebensweise im Kapitel Paläoökologie wurden bei der Betrachtung der Diversitätsdynamik die infaunalen Gattungen in flach-infaunale und tief-infaunale Formen unterteilt. Die absolute Häufigkeit (Abundanz) einer Gattung wurde aus der Summe der Individuenzahlen aller Ar-

beitsgebiete ermittelt. Die standardisierte Häufigkeit der jeweiligen Gattungen ergibt sich aus der Summe der auf Sammelintensität in den Probenhorizonten standardisierten Individuenzahlen.

4. Taxonomie

4.1. Klasse Bivalvia Linné 1758

Unterklasse Palaeotaxodonta Korobkow 1954

4.1.1. Ordnung Nuculoida Dall 1889

Überfamilie Nuculoidea Gray 1824

4.1.1.1. Familie Nuculidae Gray 1824

Gattung *Nucula* Lamarck 1799

Typus-Art (MT): *Arca nucleus* Linné 1758

Untergattung *Leionucula* Quenstedt 1930

Typusart (OD): *Nucula albensis* d'Orbigny 1844

***Nucula (Leionucula) suboblonga* Wilckens 1905**

Tafel 1, Fig. 1-2

- 1905 *Nucula suboblonga* sp. nov. – Wilckens: S. 33-34
- 1910 *Nucula suboblonga* – Wilckens: S. 22-24, Taf. 2, Fig. 1-2
- 1921 *Nucula dynastes* Ih. – Wilckens: S. 11, Taf. 1, Fig. 5
- 1935 *Nucula pervicax* sp. nov. – Feruglio: S. 67-68, Taf. 1, Fig. 6-9
- 1988 *Nucula (Leionucula) suboblonga* Wilckens – Zinsmeister & Macellari: S. 256, Taf. 3, Fig. 1-5
- 1991 *Nucula (Leionucula) cf. suboblonga* Wilckens – Griffin: S.121, Taf. 2, Fig. 1-3
- 2004 *Nucula (Leionucula) suboblonga* Wilckens – Stilwell et al.: S. 16-17, Taf. 1, Fig. 1-4, 8

Material: 5 Exemplare (BA 192-193, 26-27, 363)

Beschreibung: Subtrigonaler Umriss, stark inequilateral, Wirbel posterior gelegen. Konvexität moderat, im Bereich des Wirbels am höchsten. Anterodorsalrand gerade bis schwach konvex, Posterodorsal- und Posteriorrand gerade bis schwach konvex. Dorsalränder stoßen am Wirbel in einem Winkel von etwas mehr als 90° aufeinander. Übergang von Anterodorsalrand in Anteriorrand fließend. Posterior recht abrupter Übergang in stumpfen Winkel in den Ventralrand. Ventral- und Anteriorrand konvex. Auf den Steinkernen ist keine Skulpturierung erkennbar. Paläotaxodontes Schloss mit relativ großen sichelförmigen Zähnen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
26	7,5	10,0	0,75
27 a	8,7	13,0	0,67
27 b	5,5	8,0	0,69
363	8,0	11,5	0,70
BA 192	7,0	10,0	0,7
BA 193	10,0	13,0	0,77

Diskussion: *Nucula (Leionucula) oblonga* Wilckens (1905: S. 32-33, Taf. 6, Fig. 1-2) aus der Oberen Kreide von Patagonien (Santa Cruz Provinz, Argentinien) ist dem vorliegenden Material aus der Chubut Provinz und Neuquén Provinz sehr ähnlich. Lediglich durch den an manchen Exemplaren schwach konvexen Posterodorsal- und Posteriorrand und durch die Größe unterscheidet sich das Material der Lefipán-Formation von dem von Santa Cruz beschriebenen. Dabei erreicht *N. (L.) oblonga* ca. die 2,5-fache Länge.

Einen schwach konvexen Posterodorsal- und Posteriorrand besitzt *Nucula (Leionucula) suboblonga* Wilckens (1905: S. 33-34; 1910: S. 22-24, Taf. 2, Fig. 1-2) aus der Oberen Kreide von Cazador und Cancha Carrera (Santa Cruz Provinz) und stimmt daher sehr gut mit dem Material aus der Chubut Provinz überein. Bei der von Griffin (1991: S.121, Taf. 2, Fig. 1-3) beschriebenen *N. (Leionucula) cf. N. suboblonga* aus der eozänen Río Turbio Formation der Santa Cruz Provinz (Argentinien) handelt es sich möglicherweise um die gleiche Spezies. Die beschriebenen feinen Radiärrippen, die bei *N. (L.) suboblonga* aus der Ober-Kreide der Antarktis von Snow Hill und Seymour Island (Zinsmeister & Macellari 1988: S. 256, Taf. 3, Fig. 1-5) zu beobachten sind, lassen sich am Material aus der Chubut und Neuquén Provinz, das nur in einem Fall Schalenreste zeigt (Exemplar BA 193), nicht feststellen. Trotz der bestehenden Größendifferenz kann das Material *Nucula (Leionucula) suboblonga* Wilckens zugeordnet werden. *N. (L.) poyaensis* (Freneix 1958: S. 157-158, Taf. 1, Fig. 1) ist möglicherweise konspezifisch mit *N. (L.) suboblonga* (siehe Zinsmeister & Macellari 1988).

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 17 (Danium)
OP: OP 19 (Danium)
SM: SM 13 - SM 66 (Maastrichtium - Danium)
M 2: M 2d (Maastrichtium)

PBDB: *Leionucula*: Aptium - rezent
Sepkoski: *Leionucula*: Hauterivium - rezent

Paläobiogeographie:

Leionucula: Treatise: kosmopolitisch
PBDB: kosmopolitisch

N. (L.) suboblonga: Santa Cruz Provinz (Maastrichtium - Eozän (Griffin 1991)), Antarktis (Maastrichtium – Danium (Zinsmeister & Macellari 1988))

***Nucula* sp.**

Tafel 1, Fig. 3

Material: 1 Exemplar (339)

Beschreibung: Abdruck einer rechten Klappe, Umriss subtrigonal, Wirbel opisthogyr. Anterodorsalrand gerade, Posterior dorsaland schwach konvex. Anterior fließender Übergang in konvexen Ventralrand, posterior ist der Übergang in den Ventralrand abrupt. Skulptur aus zahlreichen engständigen, feinen Radiärrippen und komarginalen Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
339	4,5	5,5	0,82

Diskussion: Aufgrund des Umrisses und der Skulpturierung wird das vorliegende Exemplar zu *Nucula* gestellt. Leider sind keine Reste des Schlosses zu erkennen, so dass die Zuordnung zu *Nucula* mit einer Unsicherheit behaftet ist und eine Zuordnung auf Artebene nicht möglich ist.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 50 - SM 1

PBDB: Arenig - rezent

Sepkoski: Berriasium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

Überfamilie Nuculanoidea H. & A. Adams 1858

4.1.1.2. Familie Malletiidae H. & A. Adams 1858

Gattung *Australoneilo* Zinsmeister 1984

Typusart (OD): *Australoneilo rossi* Zinsmeister 1984

***Australoneilo gracilis* (Wilckens 1905)**

Tafel 1, Fig. 4-5

- 1905 *Malletia gracilis* sp. nov. – Wilckens: S. 35, Taf. V, Fig. 10
1910 *Malletia gracilis* – Wilckens: S. 25, Taf. 11, Fig. 4-5
1936 *Malletia gracilis* Wilckens – Feruglio: S. 99-100, Taf. 12, Fig. 1-3
1988 *Australoneilo gracilis* (Wilckens) – Zinsmeister & Macellari: S. 258, Taf. 3, Fig. 6-7
2004 *Australoneilo gracilis* (Wilckens) – Stilwell et al.: S. 19, Taf. 1, Fig., 19, 20, 23

Material: 10 Exemplare (1-5, 218, 354, BA 1, BA 62, BA 206)

Beschreibung: Verlängert oval (elliptisch), ungleichseitig, posterior verlängert. Mäßig konvexe Schale. Langer Dorsalrand, langer posterodorsaler Rand annähernd gerade, anterodorsaler Rand geht in stumpfem Winkel in gleichmäßig gerundeten anterioren Rand über. Posterodorsalrand bildet mit Posteriorrand fast einen rechten Winkel. Posteriores Ende stumpf bis abgerundet, teilweise fast vertikaler Verlauf des posterioren Randes. Ventralrand lang und schwach gerundet. Vom Wirbel verläuft ein Rücken in posteroventraler Richtung. Posterior dieses Rückens findet sich teilweise eine leichte konkave Einbuchtung.

Engständige komarginale Berippung mit stellenweise unregelmäßigem Verlauf, der auch durch Einschaltungen von zusätzlichen komarginalen Rippchen beeinflusst wird. Langer Schlossrand mit hakenförmigen Zähnen, die in Richtung Wirbel kleiner werden. Anterior reicht das Schloss bis zum anterioren Dorsalrand.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
1	15,4	31,5	0,49	19,4	12,1	1,60	0,62
2		45,8					
3	20,7	41,6	0,50				
4	13,4	24,3	0,55	14,9	9,4	1,58	0,61
5	16,2	32,1	0,50	17,3	14,8	1,17	0,54
218	2,0	4,0	0,50				
354	21,0	39,0	0,54				
BA 1	6,5	11,0	0,59	ca. 7,0	ca. 4,0	1,75	0,64
BA 206	4,0	6,0	0,67				

Diskussion: Das lange anteriore Schloss ist ein typisches Merkmal zur Unterscheidung von *Neilo* und *Malletia* (Marshall 1978). Des Weiteren ist die stumpfe posteriore Seite charakteristisch für *Neilo*. Das Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken ist *Malletia subornata* Feruglio (1935: S. 72, Taf. 2) aus der Salamanca Formation von Comodoro Rivadavia recht ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch die dorsal nicht so spitz zulaufende Posteriorseite. *Neilo* (*Neilo*) *pencana* Philippi (1887: S. 192, Taf. 41, Fig. 5), die von Stin-

nesbeck (1986: S. 166, Taf. 1) und von Wilckens (1904: S. 230, Taf. 19) aus der chilenischen Quiriquina Formation (Maastrichtium) abgebildet und beschrieben wurde, unterscheidet sich durch ihre stärker gerundete Ventralseite, den konkavere Posterodorsalrand und die gröbere Berippung. Malumian, Camacho & Gorrone (1978: S. 272, Taf. 4) beschrieben mit *Neilo doellojuradoi* eine neue Spezies aus dem Paläogen von Argentinien (Isla Grande de Tierra del Fuego). Der Übergang vom Ventralrand zum posterioren Rand ist bei *N. doellojuradoi* direkt nach dem zum posteroventralen Bereich ziehenden Rücken abrupt. Wilckens (1905: S. 35, Taf. 5) beschrieb *Malletia gracilis* aus Cazador, Südpatagonien. Diese ist posterior etwa genauso lang ($Lp/L=0,61$) wie das Material aus dem Neuquén Becken. Auch Feruglio (1936: Taf.12) bildete drei Exemplare von *M. gracilis* aus dem Senon des Gebietes um den Lago Argentino ab. Das Höhen-Längen-Verhältnis der von Feruglio vermessenen Exemplare von 0,48, bzw. 0,51 stimmt gut mit den hier vermessenen Exemplaren überein. Auch Lp/L , das bei den drei Exemplaren von Feruglio zwischen 0,58 und 0,64 schwankt, liegt im Bereich des Neuquén-Materials. Lediglich ein Exemplar aus dem Neuquén Becken weicht etwas ab, was aber am unterschiedlichen Erhaltungszustand liegt. Daher kann das aus dem Neuquén Becken vorliegende Material *Neilo gracilis* (Wilckens) zugeordnet werden. Zinsmeister & Macellari stellten *N. gracilis* zu *Australoneilo* (1988: S. 258, Taf. 3, Fig. 6-7), wobei sich *Australoneilo* durch das Fehlen von einem deutlichen posterioren Rostrum von *Neilo* unterscheidet (Zinsmeister 1984: S. 1502). Aufgrund der schwachen komarginalen Skulpturierung und des Fehlens eines ausgeprägten posterioren Rostrums kann das vorliegende Material entsprechend der Zuordnung von Zinsmeister & Macellari zu *Australoneilo gracilis* gestellt werden.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 26 - BJG 21 (Maastrichtium - Danium)
OP: OP 18 - 35 (Danium)
HU: HU 7 - HU 31 (Maastrichtium - Danium)
SM: SM 50 - SM 51 (Maastrichtium - Danium)

PBDB: Maastrichtium - Ypresium

Sepkoski: Maastrichtium - Eozän

Paläobiogeographie:

Australoneilo: PBDB: Antarktis, Südamerika,
Neuseeland (Stilwell 1994)

A. gracilis: PBDB: Argentinien, Antarktis

Gattung *Neilo* Adams 1852

Typusart (MT): *N. cumingii*

***Neilo (Neilo) pencana* (Philippi 1887)**

Tafel 1, Fig. 6-7

- 1887 *Nucula pencana* sp. nov. – Philippi: S. 192, Taf. 41, Fig. 5
1904 *Malletia pencana* (Philippi) – Wilckens: S. 230, Taf. 19, Fig. 6
1930 *Malletia pencana* (Philippi) – Wetzel: S. 75
1986 *Neilo (Neilo) pencana* (Philippi) – Stinnesbeck: S. 166-167, Taf. 1, Fig. 12-14

Material: 3 Exemplare (217, 240, BA 196)

Beschreibung: Inequilateral, posterior deutlich verlängert, fast doppelt so lang wie hoch. Größte Schalenwölbung (Konvexität) etwas anterior des Wirbels. Schwach konkaver Posterodorsalrand, Anterodorsalrand gerade. Übergang vom Posterodorsalrand in Posteriorrand in gerundetem stumpfen Winkel (ca. 90°). Posterior etwas abgestutzt. Übergang vom Posteriorrand in schwach konvexen Ventralrand in leichtem Knick. Übergang vom Ventralrand in den konvexen Anteriorrand fließend.

Relativ starke, regelmäßige, kommarginale Berippung ist auf einem Steinkern erkennbar. Paläotaxodontes Schloss mit zahlreichen hakenförmigen Zähnen, die zum Wirbel hin in der Größe abnehmen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
217	7,0	14,0	0,50
240	6,5	13,9	0,47
BA 196	13,5	ca. 25	0,54

Diskussion: *Neilo (Neilo) pencana* (Philippi, 1887: S. 192, Taf. 41, Fig. 5) unterscheidet sich von der sehr ähnlichen *Australoneilo gracilis* Wilckens durch die gröbere Berippung. *Neilo (Neilo) quiriquinae* (Philippi 1887: S. 192, Taf. 41, Fig. 6) aus der Quiriquina Formation Chiles (Stinnesbeck 1986: S. 167, Taf. 1, Fig. 15-16) ist deutlich kürzer als das vorliegende Material aus Argentinien. Aufgrund der gröberen Berippung wird das vorliegende Material der Gattung *Neilo* zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 26

M 2: M 2a

PBDB: Campanium - rezent

Sepkoski: Campanium - rezent

Paläobiogeographie:

Neilo: Treatise: kosmopolitisch
PBDB: Nordamerika, Südamerika, Antarktis
Neuseeland (Stilwell 1994)

N. pencana: Südamerika (Stinnesbeck 1986)

***Neilo* sp.**

Tafel 1, Fig. 9

Material: 4 Exemplare (28-30, 368)

Beschreibung: Verlängerter ovaler Umriss, stark inequilateral. Posterior deutlich verlängert. Konvexität gering. Posterodorsalrand gerade, Anterodorsalrand schwach konvex. Anterior- und Posteriorrand konvex, Ventralrand über weite Teile gerade. Die Übergänge vom Ventralrand in die Lateralränder sind fließend.

Skulptur aus komarginalen, unregelmäßigen Rippen, die auf den Steinkernen nur schwach zu erkennen sind und am Ventralrand deutlicher hervortreten. Paläotaxodontes Schloss mit zahlreichen (posterior über 30) sehr kleinen Zähnnchen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _p /L
28	10,3	17,3	0,60		
29	5,6	12,0	0,47	8,0	0,67
368	12,2	22,8	0,54		

Diskussion: Im Vergleich zu *Australoneilo gracilis* (Wilckens) besitzt *Neilo* sp. deutlich kleinere und zahlreichere Schlosszähne und unterscheidet sich in der Berippung. *Neilo pencana* Philippi (1887: S. 192, Taf. 41, Fig. 5) unterscheidet sich von dem vorliegenden Material der Chubut Provinz neben den ebenfalls größeren Schlosszähnen durch einen deutlich konkaven Posterodorsalrand. *Neilo? undulatostrata* Feruglio (1935: S. 71-72, Taf. 2, Fig. 8-9) aus der Salamanca Formation von Puerto Visser (Chubut Provinz, Argentinien) unterscheidet sich durch den abgestutzten Posteriorrand und den spitzen Winkel am Übergang vom Posterodorsalrand zum Posteriorrand von *Neilo* sp. aus der Lefipán Formation.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 1 - SM KT 3

PBDB: Maastrichtium - rezent

Sepkoski: Campanium - rezent

Paläobiogeographie:

Neilo: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Nordamerika, Südamerika, Antarktis
Neuseeland (Stilwell 1994)

Gattung *Spineilo* Finlay & Marwick 1937

Typusart (MT): *Malletia elongata* Marshall 1917

***Spineilo* cf. *elongata* (Marshall 1917)**

Tafel 1, Fig. 8

- cf. 1917 *Malletia elongata* sp. nov. – Marshall: S. 458, Taf. 36, Fig. 41
cf. 1927 *Neilo elongata* (Marshall) – Finlay: S. 445, 523
cf. 1937 *Neilo (Spineilo) elongata* (Marshall) – Finlay & Marwick: S. 17-18, Taf. 1, Fig. 4-5
cf. 1994 *Spineilo elongata* (Marshall) – Stilwell: Taf. 48, Fig. 1-4, 6-8

Material: 1 Exemplar (BA 195)

Beschreibung: Klein, stark inequilateral. Rostrat, posterior deutlich verlängert. Posterodorsalrand konkav, Anterodorsalrand gerade. Übergang vom Anterodorsalrand in den konvexen Anteriorrand gerundet. Spitzer Winkel zwischen Posterodorsalrand und Posteriorrand. Ventralrand konvex. Skulptur aus regelmäßigen komarginalen Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 195	4	9	0,44

Diskussion: *Neilo pencana* (Philippi, 1887: S. 192, Taf. 41, Fig. 5) aus der Quiriquina Formation von Chile ist am posterioren Ende deutlich abgestutzt und besitzt keinen solch ausgeprägten spitzen Winkel am Übergang vom Posterior- zum Posterodorsalrand, während die Berippung durchaus ähnlich ist. Die größten Gemeinsamkeiten mit dem vorliegenden Exemplar aus der Lefipán Formation der Chubut Provinz besitzt *Spineilo elongata* (Marshall, 1917: S. 458, Taf. 36, Fig. 41) aus der Wangaloa Formation (Danium) Neuseelands (auch Finlay & Marwick 1937: S. 17-18, Taf. 1, Fig. 4-5; Stilwell 1994: Taf. 48, Fig. 1-4, 6-8). Da *Spineilo elongata* jedoch wesentlich größer ist, handelt es sich bei dem hier vorliegenden Exemplar aus dem Danium der Chubut Provinz möglicherweise um ein juveniles Exemplar von *Spineilo elongata*. Entsprechend der Auffassung von Stilwell (1994) wird *Spineilo*, die von Finlay & Marwick als Untergattung von *Neilo* aufgestellt wurde, hier als Gattung betrachtet. Del Río et al. (2007: S. 254-255, Fig. 3 Q) beschrieben *Spineilo* sp. aus dem Danium der Roca Formation der La Pampa Provinz. Aufgrund des geraden Posterodorsalrandes unterscheidet sich diese von *Spineilo* cf. *elongata* aus der Lefipán Formation.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 57

PBDB: Danium - Tortonium (Miozän)

Sepkoski: Danium

Paläobiogeographie:

Spineilo: PBDB: Neuseeland, Russland

S. elongata: Neuseeland (Finlay & Marwick 1937, Stilwell 1994)

4.1.1.3. Familie Yoldiidae Habe 1977

Gattung *Yoldia* Möller 1842

Typusart (OD): *Yoldia hyperborea* Torell 1859

Untergattung *Y. (Calorhadia)* Stewart 1930

Typusart (OD): *Leda pharcida* Dall 1898

***Yoldia (Calorhadia) perdita* (Feruglio 1935)**

Tafel 1, Fig. 10-11

1935 *Leda perdita* sp. nov. – Feruglio: S. 70, Taf. II, Fig. 2-5

1937 *Leda perdita* – Feruglio: S. 226-227, Taf. XXIII, Fig. 18-21

Material: 10 Exemplare (6-9, 219, 220, 355, BA 59-60, BA 194)

Beschreibung: Ungleichseitig, rostrat (nuculaniform), schwach bis mäßig konvex. Posterior verlängert, in posteriorer Richtung langsam schmaler werdend, daher anterior deutlich höher als posterior. Langer Dorsalrand, posterodorsaler Schlossrand leicht gebogen, anterodorsaler Schlossrand gerade. Anterodorsal in stumpfen Winkel Übergang in gerundeten Anteriorrand. Zwischen Posterodorsalrand und Posteriorrand findet sich ein Winkel von etwa 90°. Kurzer, stumpfer Posteriorrand, der in einem stumpfen Winkel in den Ventralrand übergeht. Dieser ist posterior bei manchen Exemplaren annähernd gerade.

Feine komarginale Anwachsstreifen. Langer Schlossrand mit zahlreichen kleinen, hakenförmigen Zähnen, deren konvexe Seite zum Wirbel hin gerichtet ist und deren Größe in dieser Richtung abnimmt. Anteriorer Schlossrand reicht bis an das Ende des Anterodorsalrandes.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
6	9,1	20,4	0,45	11,7	8,7	1,34	0,57
7	5,4	12,3	0,44	7,6	4,7	1,61	0,62
8	5,4	12,8	0,42	7,6	5,2	1,46	0,59
9	4,8	10,1	0,48				
219	7,5	16,0	0,47				

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
220	3,6	6,8	0,53				
355	6,0	14,5	0,41				

Diskussion: Das vorliegende Material stimmt in Umriss und Skulpturierung mit *Leda perditata* Feruglio (1935: S. 70, Taf. 2) überein, die aus dem Paleozän der Salamanca Formation von Comodoro Rivadavia beschrieben wurde. H/L der von Feruglio vermessenen Exemplare schwankt zwischen 0,39 und 0,43, womit dieses Verhältnis fast identisch mit dem des vorliegenden Materials aus Neuquén und Chubut ist. L_p/L_a ist bei den von Feruglio abgebildeten Exemplaren mit 1,56-1,85 zwar etwas größer als bei den Exemplaren aus Neuquén, doch überlappen sich die Werte etwas. Daher kann das vorliegende Material *Nuculana perditata* (Feruglio) zugeordnet werden. Diese Spezies ist jedoch aufgrund der Merkmale *Yoldia* (*Calorhadia*) zuzuordnen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJB 1 - BJB 19

OP: OP 16 - OP 31

HU: HU 34

SM: SM 54 - SM 67

PBDB: *Yoldia*: Karbon – rezent

Calorhadia: Danium - Miozän

Sepkoski: *Yoldia*: Maastrichtium - rezent

Calorhadia: Eozän

Paläobiogeographie:

Yoldia: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

Calorhadia: Treatise: Nordamerika

PBDB: Nordamerika

Y. (C.) perditata: Argentinien (Chubut Provinz) (Feruglio 1935)

4.1.1.4. Familie Nuculanidae H. & A. Adams 1858

Gattung *Nuculana* Link 1807

Typusart (OD): *Arca rostrata* Chemnitz 1774 (= *Arca pernula* Müller 1771)

Nuculana cf. *amuriensis* Woods 1917

Tafel 1, Fig. 12-13

- cf. 1917 *Nuculana amuriensis* sp. nov. – Woods: S. 18, Taf. 6, Fig. 1
cf. 1994 *Nuculana? amuriensis* Woods – Stilwell: Taf. 3, Fig. 10-11

Material: 20 Exemplare (11-14, 221, 238-239, 241, 356-362, 380, BA 3-6)

Beschreibung: Klein, elliptischer Umriss. Schwach inequilateral, posterior etwas verlängert. Mittlere Konvexität. Posterodorsalrand gerade bis schwach konkav, Anterodorsalrand gerade. Übergänge von den Dorsalrändern in die Lateralränder gerundet bis stumpf. Posterior- und Anteriorrand konvex, Übergänge von diesem in den ebenfalls konvexen Ventralrand fließend.

Skulptur aus engständigen, komarginalen Rippen. Paläotaxodontes Schloss, posterior länger als anterior.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
11	3,7	4,9	0,76	3,1	1,8	1,72	0,63
12	2,9	4,0	0,73				
13	3,7	5,7	0,65	3,4	2,3	1,48	0,60
14	1,6	2,4	0,67				
221	3,5	4,5	0,78				
238	3,9	5,3	0,74				
239	4,5	5,7	0,79				
241	2,4	3,2	0,75				
356	4,5	5,5	0,82				
357	3,0	4,4	0,68				
358	3,0	4,1	0,73				
359	4,0	5,4	0,74				
360	4,5	5,5	0,83				
361	2,5	3,5	0,71				
362	3,7	5,0	0,74				
380	3,5	5,0	0,70				
BA 3	2,0	4,0	0,5				
BA 4	4,0	5,5	0,73				
BA 5	2,5	5,0	0,5				
BA 6	3,5	4,5	0,78				

Diskussion: *Nuculana amuriensis* Woods (1917: S. 18, Taf. 6, Fig. 1) aus der Oberkreide (Amuri Group, calcareous conglomerate) von Neuseeland ist der vorliegenden Art aus dem Neuquén Becken sehr ähnlich. Bei *N. amuriensis* treffen die Rippen in spitzem Winkel auf den Ventralrand. Dies lässt sich am Material aus Neuquén nur teilweise beobachten (Exemplar BA 5). *Ledina lepida* Feruglio (1935: S. 69-70, Taf. 2, Fig. 1a-b) aus der Salamanca Formation der Chubut Provinz besitzt zwar einen sehr ähnlichen Umriss, doch fehlen ihr die engständigen, komarginalen Rippen. *Nuculana (Jupiteria) taioma* Finlay & Marwick (1937: S. 16-17, Taf. 1, Fig. 1, 3 und 6) aus der Wangaloa Formation (Danium) von Neuseeland unterscheidet sich ebenfalls durch die Art der Skulpturierung, die bei *N. (J.) taioma* aus feinen Anwachslineien und etwas unregelmäßigen komarginalen Rippen besteht. *Nucula (Jupiteria) scitula* (Meek & Hayden 1856: S. 84) besitzt eine sehr ähnliche Skulpturierung, doch ist diese posterior deutlich spitzer zulaufend als das Material aus dem Neuquén Becken (auch Speden

1970: S. 36-40, Taf. 2, Fig. 16-21, Taf. 3, Fig. 1-6). Aufgrund der großen Ähnlichkeit zu *Nuculana amuriensis* Woods wird das vorliegende Material aus Argentinien als *Nuculana* cf. *amuriensis* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

OP: OP 17 - OP 35 (Danium)

BJG: BJG 38 - BJG 21 (Maastrichtium - Danium)

HU: HU 34 - HU 34b (Danium)

PBDB: Arenig - rezent

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Nuculana: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

N. amuriensis: PBDB: Neuseeland, Chile

Gattung *Saccella* Woodring 1925

Typusart (OD): *Arca fragilis* Chemnitz 1784

***Saccella* cf. *tumida* (Feruglio 1935)**

Tafel 1, Fig. 14-15

cf. 1935 *Leda tumida* sp. nov. – Feruglio: S. 69, Taf. 1, Fig. 11-13

cf. 1937 *Leda tumida* sp. nov. – Feruglio: S. 223-224, Taf. 23, Fig. 12-15

Material: 4 Exemplare (10, BA 57-58, BA 205)

Beschreibung: Ungleichseitig, posterior etwas verlängert. Langer, gerader posterodorsaler Rand. Anterodorsaler Rand auch gerade, aber kürzer. Posterodorsalrand bildet mit posteriorem Rand einen spitzen Winkel, am Übergang vom Anterodorsalrand zum gerundeten anterioren Rand findet sich dagegen ein recht gleichmäßiger Übergang. Die anteriore, ventrale und posteriore Seite sind gleichmäßig gerundet. Die Skulptur besteht aus komarginalen Rippchen. Taxodontes Schloss.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
10	4,0	6,0	0,67	3,7	2,3	1,61	0,61
BA 57	3,0	4,5	0,67				
BA 205	2,8	6,4					

Diskussion: Feruglio (1935: S. 69, Taf. 1, Fig. 11-13) beschrieb *Leda tumida* aus dem Paleozän von Patagonien (Argentinien), die einen sehr ähnlichen Umriss besitzt. Sie unterscheidet sich jedoch durch die nicht so deutliche komarginale Berippung und ein kleineres Höhen-Längen-Verhältnis vom Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken. Der allmähliche Übergang von der anterodorsalen Seite zur gerundeten anterioren Seite und das deutlich spitzere Ende an der posterioren Seite ist bei beiden Formen nahezu identisch. Daher ist eine Bezeichnung als *Saccula* cf. *tumida* (Feruglio 1935) gerechtfertigt.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 4 - BJG 5 (Danium)

OP: OP 12 (Danium)

HU: HU 19 - HU 34 (Maastrichtium - Danium)

SM: SM 67 (Danium)

PBDB: Danium - rezent

Sepkoski: Maastrichtium - rezent

Paläobiogeographie:

Saccula: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch (ohne Antarktis, Afrika)

S. tumida: Argentinien (Feruglio 1935)

Gattung *Ledina* Dall 1898

Typusart (OD): *Leda eborea* Conrad 1860 (= *Leda* (*Ledina*) *smirna* Dall 1898)

***Ledina lepida* (Feruglio 1935)**

Tafel 2, Fig. 1-3

1935 *Leda lepida* sp. nov. – Feruglio: S. 69-70, Taf. 2, Fig. 1a-b

Material: 19 Exemplare (22-25, 181-183, 364-367, BA 197-204)

Beschreibung: Klein, gleichklappig, ungleichseitig, geringe Konvexität. Wirbel etwa 40% der Gesamtlänge vom anterioren Ende entfernt. Größere Exemplare mit kleinerem Höhen/Längen-Verhältnis, d.h. juvenile Exemplare sind weniger stark verlängert. Posterodorsalrand leicht konkav, Anterodorsalrand schwach konvex bis gerade. Übergänge von den Dorsalrändern in die gerundeten Lateralränder fließend. Ventralrand gleichmäßig konvex gerundet. Skulptur aus flachen, komarginalen Anwachs-lamellen, die vor allem bei größeren Exemplaren nahe des Ventralrands in Erscheinung treten. Taxodontes Schloss mit zahlreichen, kleinen,

hakenförmigen Zähnen, anterior und posterior je ca. 15 Schloßzähne bei kleineren Exemplaren.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
22	7,0	10,5	0,67	367	8,5	15,2	0,56
23	4,0	7,5	0,53	BA 197	3,5	5,0	0,7
24	6,2	9,0	0,69	BA 198	3,7	5,0	0,74
25	4,0	6,0	0,67	BA 199	6,0	9,5	0,63
181	6,3	10,0	0,63	BA 200	3,9	6,3	0,62
182	7,6	13,6	0,56	BA 201	4,0	6,0	0,67
183	7,3	12,6	0,58	BA 202	3,0	3,5	0,86
364	4,1	5,7	0,72	BA 203	9,0	15,0	0,6
365	5,3	7,0	0,76	BA 204	10,5	18,0	0,58
366	4,5	6,8	0,66				

Diskussion: Das vorliegende Material aus der Lefipán Formation stimmt in Umriss, Größe und nahezu fehlender Skulptur mit der von Feruglio (1935: S. 69-70, Taf. 2, Fig. 1a-b) beschriebenen *Leda lepida* überein. Er beschrieb ein Exemplar dieser Art aus der Salamanca Formation von Palacio (östliche Chubut Provinz, zwischen Puerto Visser und Bahia Bustamente). *Yoldia levitestata* Stinnesbeck (1986: S. 165, Taf. 1, Fig. 10-11) aus dem Maastrichtium der Quiriquina Formation Chiles besaß einen zentraleren Wirbel und einen weniger fließenden Übergang vom Posterodorsalrand zum Posteriorrand. Die aus dem Maastrichtium von Neuseeland beschriebene *Nuculana antichthona* Stilwell (1994: Taf. 3, Fig. 3-4, 6-9) ist dem vorliegenden Material aus der Chubut Provinz sehr ähnlich (H/L: 58-61%), doch ist bei *N. antichthona* der Posteriorrand etwas höher.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

SM: SM 50 - SM 67 (Maastrichtium - Danium), SM KT 5 - SM KT 6 (Maastrichtium)

PBDB: Danium - Serravallium (Miozän)

Sepkoski: Danium - Eozän

Paläobiogeographie:

Ledina: Treatise: Nordamerika

PBDB: Neuseeland, Russland, Mexiko
Australien, Antarktis (Stilwell 2003)

L. lepida: Argentinien (Feruglio 1935)

Unterklasse Pteriomorphia Beurlen 1944

4.1.2. Ordnung Arcoida Stoliczka 1871

Überfamilie Arcoidea Lamarck 1809

4.1.2.1. Familie Parallelodontidae Dall 1898

Unterfamilie Grammatodontinae Branson 1942

Grammatodontinae indet. sp. A

Tafel 2, Fig. 4-5

Material: 6 Exemplare (330-332, 375-377)

Beschreibung: Ovaler Umriss, Schalenwölbung deutlich. Vom Wirbel zieht eine deutliche Carina zum posteroventralen Schalenrand. Ventralrand schwach konvex, Anteriorrand deutlich konvex und mit fließenden Übergängen in den Ventralrand und den ebenfalls konvexen Anterodorsalrand. Posteriorrand niedriger als Anteriorrand, der Übergang vom Ventralrand in den Posteriorrand ist fließend, ebenso wie der Übergang vom Posteriorrand in den schwach konvexen Posterodorsalrand.

Taxodontes Schloss mit Zähnen, die zum Schloss hin in ihrer Größe abnehmen. Während die Zähne in Wirbelnähe annähernd senkrecht zum Schalenrand verlaufen, verlaufen die lateralen Zähne in zunehmend horizontaler Richtung. Skulptur aus komarginalen Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
330	4,0	6,0	0,67	375	ca. 2,0	3,0	0,67
331	4,4	6,3	0,70	376	6,8	8,5	0,8
332	3,4	4,0	0,85	377	2,8	3,5	0,8

Diskussion: Aufgrund der lateral annähernd horizontal verlaufenden Schlosszähne, kann das Material möglicherweise zu den Grammatodontinae gestellt werden. Auch die deutliche Carina spricht dafür. Im Vergleich zu *Nemodon* ist die Anzahl der Schlosszähne beim vorliegenden Material jedoch höher. Durch die Ausbildung der Schlosszähne und die deutliche Umbonalcarina besteht auch große Ähnlichkeit zu Vertretern der Noetiidae, wie beispielsweise *Trigonodesma* und *Arcopsis*, beides Gattungen der Striarcinae (Cox et al. 1969).

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 27a

SM: SM 1-17

Gattung *Nemodon* Conrad 1869

Typusart (OD): *Arca eufalensis* Gabb 1960

***Nemodon sulcatinus* (Evans & Shumard 1857)**

Tafel 2, Fig. 6-8

1857 *Arca sulcatina* – Evans & Shumard: S. 39

1864 *Arca sulcatina* Evans & Shumard – Meek: S. 9

1876 *Nemodon sulcatinus* (Evans & Shumard) – Meek: S. 82-83, Taf. 15, Fig. 6

1970 *Parallelodon* (*Cosmetodon*) *sulcatinus* (Evans & Shumard) – Speden: S. 57-61, Taf. 7, Fig. 7-13, Taf. 8, Fig. 1-10

Material: 26 Exemplare (15-21, 205-216, 369-370, BA 7-11)

Beschreibung: Gleichklappig, ungleichseitig, posterior etwas verlängert, subquadratischer Umriss. Höhe etwa 2/3 der Länge, posterior höher als anterior. Meist mäßig konvex. Dorsalrand lang und gerade, wobei der Wirbel deutlich über den Dorsalrand hinwegreicht. Ventralrand gut gerundet, auch postero- und anteroventral gerundet.

Posterodorsaler Winkel immer deutlich stumpf, anterodorsaler Winkel meist um 90°. Vom Wirbel ausgehend zieht ein Sulcus in leicht posteriorer Richtung zum Ventralrand. Dieser wird als Spur des Byssus-Sinus gedeutet. Mehr oder weniger deutlicher posteriorer Rücken. Anterior kein Rücken ausgebildet.

Gesamte Schale mit radiärer Berippung, Rippen meist sehr gleichmäßig in ihrer Stärke. Teilweise sind eingeschaltete Sekundärrippen erkennbar. Radiärrippen werden von dünnen komarginalen Rippchen durchkreuzt, so dass teilweise ein gitterartiges Muster entsteht. Im Bereich des Ventralrandes an Kreuzungspunkten oft schuppige Skulptur der Rippen. Schloss posterior mit mindestens vier horizontalen Lateralia, anterior mit in ihrem anterioren Bereich nahezu horizontalen Zähnen.

Messungen:

Nr.	L	H	H/L	Nr.	L	H	H/L
15	11,0	7,3	0,66	211	13,0	6,0	0,46
16	33,1	23,0	0,69	212	12,0	5,5	0,46
17	11,0	8,0	0,72	213	10,5	5,0	0,48
18	13,3	7,2	0,54	214	4,0	6,5	0,62
19	6,4	4,1	0,64	215	8,5	5,0	0,59
20	5,6	3,8	0,68	216	20,0	11,5	0,58
21	8,4	4,4	0,52	369	8,0	5,2	0,65
205	19,0	11,5	0,61	370	5,0	3,2	0,64
206	8,0	5,0	0,63	BA 7	20,5	12,5	0,61
207	9,0	4,5	0,50	BA 8	11,5	6,0	0,52
208	14,5	9,0	0,62	BA 9	11,5	6,5	0,57
209	27,5	15,0	0,55	BA 10	18,0	11,5	0,64
210	18,0	8,5	0,47	BA 11	15,2	10,9	0,72

Diskussion: Aufgrund der langen, horizontalen, posterioren Lateralia kann das vorliegende Material den Parallelodontidae zugeordnet werden. Heinberg (1979: S. 114-116, Fig. 9) beschrieb *Pseudogrammatodon lornae* n.sp. aus dem Maastrichtium von Dänemark, die sich aber durch eine median abgeschwächte Radiärberippung deutlich vom vorliegenden Material unterscheidet.

Eine dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken nahezu identische Form ist *Parallelodon (Cosmetodon) sulcatus* (Evans & Shumard, 1857: S. 39) aus dem Maastrichtium von South Dakota (Speden 1970: S. 57-61, Taf. 7, Fig. 7-13, Taf. 8, Fig. 1-10) und Utah (Stanton 1893: S. 91, Taf. 21, Fig. 5). Lediglich durch die geringe Größe von maximal etwa 16 mm unterscheidet sich *P. (C.) sulcatus* vom Material aus dem Neuquén Becken. Auch das Schloss besitzt mit seinen teilweise horizontalen anterioren Schlosszähnen große Ähnlichkeit zu dem vorliegenden Material aus Patagonien. *Parallelodon* und *Cosmetodon* sind im Vergleich zu *Nemodon* und dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken relativ länger. Daher wird diese Spezies zu *Nemodon* gestellt.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB R - BJB 21 (Maastrichtium - Danium)

OP: OP 21 - OP 35 (Maastrichtium - Danium)

HU: HU 34 (Danium)

PBDB: Hettangium - Bartonium

Sepkoski: Cenomanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Nemodon: Treatise: Nordamerika, Asien, Madagaskar

PBDB: Nordamerika, Mittelamerika, Südamerika, Europa

N. sulcatus: Nordamerika (Speden 1970)

4.1.2.2. Familie Cucullaeidae Stewart 1930

Gattung *Cucullaea* Lamarck 1801

Typusart (SD): *Cucullaea auriculifera* Lamarck 1801 (= *Arca labiata* Solander 1786)

***Cucullaea* sp. A**

Tafel 2, Fig. 9

Material: 1 Exemplar (32)

Beschreibung: Klein, schwach ungleichseitig, subtrapezoidaler Umriss. Wirbel subzentral, überragt Dorsalrand deutlich. Konvexität anterior des Wirbels am größten. Gerader Dorsalrand, Ventralrand gleichmäßig konvex. Anteriorrand konvex, geht gleichmäßig in Ventralrand über. Posteriorrand gerade, Übergang in Ventralrand durch gerundeten, stumpfen Winkel.

Skulptur aus zahlreichen Radiärrippen, die anterior deutlich stärker sind. Posterior Reste des Schlosses erkennbar. Der Untere von zwei Pseudolateralia ist nicht horizontal orientiert, sondern steigt in Richtung Wirbel etwas an. Duplivinkulares Ligament.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
32	16,6	19,7	0,84

Diskussion: Die erkennbaren Schlossreste sprechen für die Zugehörigkeit zur Gattung *Cucullaea*. Eine artliche Zuordnung ist nicht möglich, da nur ein möglicherweise juveniles Exemplar vorliegt.

Stratigraphische Reichweite: Nicht horizontalisiert gesammelt.

PBDB: Eifelium - rezent
Sepkoski: Hettangium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Nordamerika, Europa
PBDB: kosmopolitisch

***Cucullaea* cf. *antarctica* Wilckens 1905**

Tafel 2, Fig. 12

cf. 1905 *Cucullaea antarctica* – Wilckens: S. 36-37, Taf. 6, Fig. 5-6

Material: 5 Exemplare (31, 371-373, BA 67)

Beschreibung: Etwas ungleichseitig, sehr dickschalig. Hohe Konvexität, der Wirbel überragt den Dorsalrand deutlich und ist stark eingekrümmt. Posterior zieht ein Rücken (Carina) vom Umbo zum posterioren Ende des Ventralrands. Hohe Area mit duplivinkularem Ligament.

Die Skulptur besteht aus flachen Radiärrippen und engständigen, unregelmäßigen Anwachslamellen. Anteriorer Adduktorenabdruck subcircular.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
31	59			62 (AV)
371	56,5	ca. 56,0	1,01	
372	ca. 76,0	74,5	1,02	
373	ca. 82,5	89,5	0,92	

Diskussion: Wilckens (1905, S. 36-37, Taf. 6, Fig. 5-6) beschrieb zahlreiche Exemplare von *Cucullaea antarctica* aus der Oberen Kreide der Santa Cruz Provinz (Argentinien, Patagonien). Diese ist dem vorliegenden Material aus der Lefipán Formation der Chubut Provinz und der Roca Formation der Neuquén Provinz sehr ähnlich.

Cucullaea psephea Singleton (1943: S. 269, Taf. 13, Fig. 7-8) aus dem Paleozän und Eozän von Australien (siehe Darragh 1994: S. 81, Taf. 2, Fig. A-G) ist eine *C. antarctica* nahe stehende Art, die jedoch weniger ungleichseitig ist. Auch *Cucullaea inarata* Finlay & Marwick (1937: S. 20, Taf. 2, Fig. 2-5) aus der Wangaloa Formation (Ober-Danien) von Neuseeland ist in Form und Dimension *C. antarctica* und vor allem *C. psephea* sehr ähnlich. Wegen der großen Ähnlichkeit zu *C. antarctica* wird das vorliegende Material als *Cucullaea cf. antarctica* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HUR: HUR 6 - HUR 7

SM: SM 1 - SM 25

LF: LF 6

PBDB: Eifelium - rezent

Sepkoski: Hettangium - rezent

Paläobiogeographie:

Cucullaea: Treatise: Nordamerika, Europa

PBDB: kosmopolitisch

C. antarctica: Santa Cruz Provinz, Argentinien (Wilckens 1905); Neuseeland (Stilwell 1994) (Maastricht); Seymour-Insel, Antarktis (Zinsmeister & Macellari 1988)

***Cucullaea* sp. C**

Tafel 2, Fig. 13-14

Material: 1 Exemplar (BA 68)

Beschreibung: Querevaler bis subquadratischer Umriss, inequilateral, posterior verlängert. Konvexität deutlich, schwach prosogyrer Wirbel überragt Dorsalrand deutlich. Vom

Wirbel ausgehend zieht eine Carina zum posteroventralen Ende. Posterior dieses Rückens fällt die Schale steil ab. Dorsalrand gerade, Übergang zum konvexen Anteriorrand in stumpfen Winkel von etwa 100-110°, Übergang zum geraden Posteriorrand in stumpfem Winkel von 130-140°. Anteriorrand geht fließend in Ventralrand über. Dieser ist über einen weiten Bereich gerade. Übergang vom Ventralrand in Posteriorrand nicht erhalten.

Skulptur aus komarginalen Lamellen, die teilweise unregelmäßig bis wulstig sind und am Ventralrand enger stehen. Radiäre Rippen sind anterior stärker ausgebildet. Ventralrand crenuliert. Schloss posterior mit drei horizontalen Pseudolateralien, anterior mit drei schräg in Richtung Wirbel gerichteten Pseudolateralien, die mit dem Dorsalrand einen Winkel von ca. 25° bilden.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
BA 68	34,5	48	0,72	16,5

Diskussion: *Nordenskjoldia* Wilckens (1910: S. 30) unterscheidet sich von dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken durch die deutlich schiefer stehenden anterioren Pseudolateralien. Vielmehr belegen die Pseudolateralien die Zugehörigkeit zur Gattung *Cucullaea*. *Cucullaea zealandica* Woods (1917: S. 20, Taf. 6, Fig. 7 und Taf. 7, Fig. 1) aus dem Senon von Neuseeland besitzt ebenso wie *Cucullaea antarctica* Wilckens (1905: S. 132-133, Taf. 6, Fig. 5-6) aus der Ober-Kreide von Argentinien (Santa Cruz Provinz) und *Cucullaea psephea* Singleton (1943: S. 269, Taf. 13, Fig. 7-8) aus der paleozänen Pebble Point Formation von Australien (Victoria) ein größeres Höhen-Längen-Verhältnis. Aus dem Maastrichtium und Danium von Seymour Island der Antarktischen Halbinsel wurde *Cucullaea ellioti* von Zinsmeister & Macellari (1988: S. 261, Taf. 5, Fig. 1-10) beschrieben. Diese ist im Höhen-Längen-Verhältnis dem vorliegenden Material aus der Neuquén Provinz nahezu identisch, ebenso wie im Aufbau des Schlosses. Der Winkel am Übergang von Anterodorsal- zu Anteriorrand ist bei *C. ellioti* deutlich kleiner als bei *C. sp. C*. Auch fehlt *C. ellioti* der deutliche postumbonale Rücken. *Cucullaea (Cucullastis) barbara* ist dem vorliegenden Material recht ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch den zentral gelegenen Wirbel und das größere Höhen-Längen-Verhältnis. Aufgrund der Unterschiede zu vergleichbaren *Cucullaea*-Spezies wird das Material von Huantraico als *Cucullaea* sp. C bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

HU: HU 27 - HU 29

PBDB: Eifelium - rezent

Sepkoski: Hettangium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Nordamerika, Europa

PBDB: kosmopolitisch

Untergattung *Cucullastis* Finlay & Marwick 1937

Typusart (OD): *Cucullaea (Cucullastis) barbara* Finlay & Marwick 1937

***Cucullaea (Cucullastis) barbara* Finlay & Marwick 1937**

Tafel 2, Fig. 10-11

1937 *Cucullaea (Cucullastis) barbara* sp. nov. – Finlay & Marwick: S. 20-21, Taf. 1, Fig. 11, 14-16

1994 *Cucullaea (Cucullastis) barbara* Finlay & Marwick – Stilwell: Taf. 50, Fig. 1-4

Material: 3 Exemplare (374, BA 208-209)

Beschreibung: Subquadratischer Umriss, etwas inequilateral. Wirbel zentral und stark gewölbt, den geraden Dorsalrand deutlich überragend. Vom Wirbel zieht ein deutlicher Rücken zum posterioren Ende des Ventralrandes. Posterior dieses Rückens ist die Schale konkav eingebuchtet. Übergang vom Posterodorsalrand in geraden Posteriorrand in stumpfen Winkel. Übergang vom Anterodorsalrand in den konvex gerundeten Anteriorrand in stumpfen Winkel nahe 90°. Anteriorrand geht fließend in den schwach konvexen, bei größeren Exemplaren median geraden bis schwach konkaven Ventralrand über. Übergang vom Ventralrand in den Posteriorrand gerundet, aber nicht fließend.

Skulptur aus feinen, komarginalen Anwachslamellen und Radiärrippen. Die Radiärrippen sind median deutlich breiter als anterior und posterior und mit feinen Knötchen besetzt. Das Schloss ist nicht zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 208	39,0	47,5	0,82
BA 209	19,0	19,5	0,97
374	19,3	24,8	0,78

Diskussion: *Cucullaea (Cucullastis) barbara* Finlay & Marwick (1937: S. 20-21, Taf. 1, Fig. 11, 14-16) unterscheidet sich von der im Umriss sehr ähnlichen *Cucullaea (Cucullona) inarata* Finlay & Marwick (1937: S. 20, Taf. 2, Fig. 2-5) durch die deutliche radiäre Berippung. Beide Spezies wurden aus dem Danium der Wangaloa Formation Neuseelands beschrieben. *Cucullaea (Cucullona) psephea* Singleton (1943: S. 270-271, Taf. 13, Fig. 7-8) aus dem Paleozän von Australien (Victoria) ist *Cucullaea (Cucullona) inarata* Finlay & Marwick (1937: S. 20, Taf. 2, Fig. 2-5) sehr ähnlich. Auch bei *Cucullaea antarctica* Wilckens (1905: S. 36-37, Taf. 6, Fig. 5-6) ist die radiäre Berippung nur auf angewitterten Exemplaren sichtbar.

Die posterior deutlich feineren Radiärrippen des vorliegenden Materials sprechen eindeutig für die Zuordnung zu *Cucullaea (Cucullastis) barbara*, die von Finlay & Marwick (1937: S. 20-21, Taf. 1, Fig. 11, 14-16) aus dem Danium von Neuseeland (Wangaloa Formation) beschrieben wurde.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 3

SM: SM 33 - SM 68

PBDB: *Cucullastis*: Santonium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

C. (C.) barbara: Neuseeland (Stilwell 2003)

Überfamilie Limopsoidea Dall 1895

4.1.2.3. Familie Glycymerididae Newton 1922

Unterfamilie Glycymeridinae Newton 1922

Gattung *Glycymeris* da Costa 1778

Typusart (T): *Arca orbicularis* da Costa 1778 (= *Arca glycymeris* Linné 1758)

Untergattung *Glycymeris* (*Glycymeris*)

Typusart (T): *Arca orbicularis* da Costa 1778 (= *Arca glycymeris* Linné 1758)

***Glycymeris* (*Glycymeris*) cf. *feruglioi* Petersen 1940**

Tafel 3, Fig. 1-3

cf. 1946 *Pectunculus feruglioi* Celeste – Petersen: S. 119, Taf. 1, Fig. 1-2

cf. 1990 *Glycymeris feruglioi* Petersen – Medina et al.: S. 140, Taf. 1, Fig. 4-5

cf. 1999 *Glycymeris* (*Glycymeris*) *feruglioi* Petersen – Parras: S. 65-67, Taf. 1, Fig. 3-4

Material: 6 Exemplare (BA 39, BA 69-72, BA 162)

Beschreibung: Suborbicularer Umriss, equilateral, orthogyrer, prominenter Wirbel überragt schwach konvexen Dorsalrand. Konvexität moderat. Crenulierter Schalenrand. Skulptur aus komarginalen, teils wulstigen Anwachslamellen. Je nach Erhaltungszustand sind radiäre Rippen erkennbar. Duplivinkulare Ligamentarea. Taxodontes Schloss mit zum Wirbel hin gebogenen Zähnen an den Seiten und median mit recht kurzen, senkrecht zur Ligamentarea stehenden Zähnen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
BA 69	38,0	37,0	1,03	16,0
BA 70	39,5	37,5	1,05	16,0

Diskussion: Griffin (1991: S. 126, Taf. 4, Fig. 1) beschrieb *Glycymeris* cf. *G. ibari* (Philippi 1887: S. 190, Taf. 40, Fig. 3) aus dem Eozän der Río Turbio Formation der Santa Cruz Provinz (Südargentinien). Diese unterscheidet sich allerdings durch den weniger runden Umriss und ist deutlich größer als das hier vorliegende Material aus dem Maastrichtium und Danium der Chubut und der Neuquén Provinz.

Petersen (1946: S. 119, Taf. 10, Fig. 1-2) beschrieb *Glycymeris feruglioi* (Celeste 1940) aus der Lefipán Formation des Río Chubut, die auch von Medina et al. (1990: S. 140, Taf. 1, Fig. 4-5) aus dem Danium der Lefipán Formation derselben Region und von Parras (1999: S. 65-67, Taf. 1, Fig. 3-4) aus dem Maastrichtium der Mendoza Provinz erwähnt wurde. Diese Spezies stimmt in ihrem rundlichen Umriss, der Skulpturierung und der Schlossregion weitgehend mit dem vorliegenden Material überein. Daher wird dieses Material aus der Chubut und Neuquén Provinz als *Glycymeris (Glycymeris) cf. feruglioi* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

OP: OP 32 (Danium)
HU: HU 7 - HU 36 (Maastrichtium - Danium)
HUR: HUR 6 (Maastrichtium)
SM: SM 32 (Danium)
LF: LF 2 (Maastrichtium)

PBDB: Aptium - rezent
Sepkoski: Valanginium - rezent

Paläobiogeographie:

Glycymeris: Treatise: kosmopolitisch
PBDB: Nordamerika, Europa, Asien
Australien (Darragh 1997), Südamerika (Stilwell 2003)

G. (G.) feruglioi: Chubut Provinz, Argentinien (Petersen 1946)

4.1.3. Ordnung Mytiloida Ferussac 1822

Überfamilie Mytiloidea Rafinesque 1815

4.1.3.1. Familie Mytilidae Rafinesque 1815

Unterfamilie Mytilinae Rafinesque 1815

Gattung *Arcomytilus* Linné 1758

Typusart (OD): *Mytilus pectinatus* Sowerby 1821 (= *Mytilus subpectinatus* D'Orbigny 1850)

***Arcomytilus* cf. *primigenius* Stinnesbeck 1986**

Tafel 3, Fig. 4-5

cf. 1986 *Mytilus primigenius* n. sp. – Stinnesbeck: S. 167-168, Taf. 2, Fig.1-2

Material: 2 Exemplare (BA 34, BA 210)

Beschreibung: Mytiliformer Umriss, Wirbel anterior und terminal. Steiler Abfall zum geraden Ventralrand. Fließender Übergang vom Ventralrand zum konvexen Posteriorrand, der in stumpfem Winkel in den konvexen Dorsalrand übergeht. Skulptur aus komarginalen, etwas unregelmäßigen Anwachslamellen, die posterior stärker ausgeprägt sind. Schloss nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 34	6,5	13,5	0,48
BA 210	6,0	9,0	0,67

Diskussion: *Mytilus primigenius* Stinnesbeck (1986: S. 167-168, Taf. 2, Fig.1-2) aus dem Maastrichtium der Quiriquina Formation Chiles stimmt in ihren Merkmalen gut mit dem vorliegenden Material überein, lediglich die radialen Linien sind auf dem vorliegenden Steinkern nicht zu beobachten. Von *Modiolus* sp. B unterscheidet sich *M. cf. primigenius* durch den fließenden Übergang von Ventral- zu Posteriorrand und den terminal gelegenen Wirbel.

Aufgrund der Ähnlichkeit zu *Mytilus primigenius* kann das vorliegende Material aus dem Neuquén Becken und dem Cañadón Asfalto Becken dieser Art zugeordnet werden. Wegen der beschriebenen feinen Striae beim Material aus der Quiriquina Formation ist diese Spezies *Arcomytilus* zuzuordnen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 32

SM: SM 53

PBDB: Toarcium - Bartonium

Sepkoski: Aalenium - Eozän

Paläobiogeographie:

Arcomytilus: Treatise: Europa, Afrika
PBDB: Europa, Mexiko, Südamerika

A. primigenius: Chile (Stinnesbeck 1986)

Gattung *Brachidontes* Swainson 1840

Typusart (MT): *Modiola sulcata* Lamarck 1819 (= *Mytilus citrinus* Röding 1798 = *Arca modiolus* Linné 1767)

Untergattung *Brachidontes*

Typusart (MT): *Modiola sulcata* Lamarck 1819 (= *Mytilus citrinus* Röding 1798 = *Arca modiolus* Linné 1767)

Brachidontes (Brachidontes) sp.

Tafel 3, Fig. 6-7

Material: 3 Exemplare (168-170)

Beschreibung: Gleichklappig, stark inequilateral. Mytiliformer Umriss, Wirbel anterior. Größte Schalenkonvexität nahe des Ventralrandes. Dorsalrand konvex, deutlicher Übergang in ebenfalls konvexen Posteriorrand. Abrupter Übergang von Posteriorrand in konkaven Ventralrand. Carina zieht vom Wirbel zum Posteroventralrand. Deutlicher Abfall von Carina zum Ventralrand.

Skulptur aus radiären Rippen (bis ca. 65-70), diese sind breiter als die Rippenzwischenräume. Rippen bifurkieren teilweise, oft schon recht früh. Ventralseite auch berippt. Feine engständige, komarginale Anwachslinien, die nur selten etwas stärker hervortreten.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
169	21,0	32,5	0,65
170	9,5	12,5	0,76

Diskussion: *Brachidontes (Brachidontes) sp.* aus dem Maastrichtium der La Pampa Provinz in Argentinien (Casadío 1994: S. 114, Fig. 40, 3-4) besitzt deutlich weniger Radiärrippen als die vorliegende Form aus der Chubut Provinz und der Neuquén Provinz. *Brachidontes sandalis* Stilwell (2000: S. 274-275, Taf. 2, Fig. B-E) aus dem Eozän von Ost-Antarktika hat eine weniger deutlich abfallende Ventralseite. Des Weiteren unterscheidet sie sich vom Material aus Chubut und Neuquén durch einen im anterioren Bereich geraden Dorsalrand.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 28

SM: SM 17

LF: LF 2

PBDB: Bathonium - rezent

Sepkoski: Jura - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Nordamerika, Mittelamerika, Asien, Europa
Argentinien (Casadio 1994)

Unterfamilie Crenellinae Adams & Adams 1857

Gattung *Musculus* Röding 1798

Typusart: *Mytilus discors* Linné 1767 (SD Iredale, 1915)

***Musculus* sp.**

Tafel 3, Fig. 8

Material: 3 Exemplare (BA 85-87)

Beschreibung: Mytiliformer Umriss, Wirbel anterior. Steiler Abfall der Schale zum Ventralrand hin. Langer, gerader Ventralrand, der fließend in den konvexen Posteriorrand übergeht. Gerader bis schwach konkaver Anterodorsalrand, der in einem stumpfen Winkel in den Posterodorsalrand übergeht. Letzterer zeigt keine Abgrenzung vom Posteriorrand. Skulptur aus breiten, engständigen, etwas gebogenen Radiärrippen, die oft bifurkieren. Lage der Bifurkationspunkte variiert, am Schalenrand bis über 60 Rippen. Schalenrand crenuliert.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 85	11,5	19,5	0,59
BA 86	14,0	26,5	0,53

Diskussion: Das vorliegende Material von Huantraico entspricht in seinen Merkmalen teilweise der von Feruglio (1935: S. 67, Taf. 1, Fig. 5) beschriebenen *Modiola aprilis*. Diese wurde von Casadio (1994: S. 116-117, Taf. 40, Fig. 5-7) u.a. aufgrund der Skulpturierung zur

Gattung *Musculus* Röding 1798 gestellt. *Musculus* sp. unterscheidet sich von *Musculus aprilis* (Feruglio, 1935: S. 67, Taf. 1, Fig. 5) durch die wesentlich niedrigere Anteriorseite.

Mytilus (Aulacomya) willetsi Marwick (1928: S. 444-445, Fig. 15) aus der Waitangi Serie von den Chatham Islands (Neuseeland) ist in ihrem Umriss und der Berippung dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken sehr ähnlich. Jedoch verlaufen Ventral- und Posteriorrand nicht parallel wie bei *Mytilus (Aulacomya) willetsi*. Aufgrund des crenulierten Randes wird das vorliegende Material *Musculus* zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 1 - HU 22

HUR: HUR 6 - HUR 11

HU Road: HU Road 4

PBDB: Bajocium - rezent

Sepkoski: Sinemurium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Afrika, Europa
Argentinien (Casadio 1994)

Unterfamilie Lithophaginae Adams & Adams 1857

Gattung *Inoperna* Conrad in Kerr 1875

Typusart: *Modiolus (I.) carolinensis* Conrad 1875 (SD Stephenson 1923)

***Inoperna* sp.**

Tafel 3, Fig. 16

Material: 2 Exemplare (167, BA 105)

Beschreibung: Gleichklappig, stark inequilateral, vor allem posterior sehr stark verlängert. Wirbel anterior. Langer gerader Dorsalrand, Ventralrand ebenfalls nahezu gerade und parallel dem Dorsalrand. Vom Wirbel zieht ein Rücken diagonal zum Ventralrand. Skulptur aus im dorsalen Bereich recht dicken komarginalen Rippen, diese werden schnell feiner und gehen in jeweils ca. drei feinere Rippen über. Ventral des Umbonalrückens ist nur noch Anwachsstreifung erkennbar. Der dorsale Bereich mit den dickeren Rippen wird posterior etwas breiter (höher), da der Umbonalrücken diagonal in Richtung Ventralrand zieht.

Messungen:

Nr.	H	L
167	11,7	34,6 (FR)

Diskussion: Die Merkmale der vorliegenden Exemplare sind charakteristisch für die Gattung *Inoperna*. Jedoch ist aufgrund der fragmentarischen Erhaltung eine artliche Zuordnung nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 9

SM: SM 8 - SM 23

PBDB: Ober-Trias (Norium) - Maastrichtium

Sepkoski: Pliensbachium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Europa, Asien, Nordamerika
Neuseeland (Stilwell 1994)

Unterfamilie Modiolinae Keen 1958

Gattung *Modiolus* Lamarck 1799

Typusart: *Mytilus modiolus* Linné 1758 (SD Gray 1847)

***Modiolus* sp. A**

Tafel 3, Fig. 9

Material: 1 Exemplar (BA 35)

Beschreibung: Inequilateral, modioliformer Umriss. Wirbel anterior gelegen. Ventral- und Dorsalrand gerade und parallel zueinander, Posteriorrand konvex. Vom Wirbel ausgehend verläuft ein Rücken zum Posteroventralrand. Skulptur aus komarginalen, in ihrer Stärke schwankenden Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 35	11	19	0,58

Diskussion: *Modiolus thomsoni* Zinsmeister (1984: S. 1508, Taf. 5, Fig. D-F) aus der La Meseta Formation von Seymour Island (Eozän) ist größer und besitzt ein etwas kleineres Höhen-Längen-Verhältnis als das vorliegende Exemplar aus dem Neuquén Becken. Aus der Río Turbio Formation (Eozän) von Argentinien (Santa Cruz Provinz) beschrieb Griffin (1991: S. 127-128, Taf. 4, Fig. 6-8) einige Exemplare als *Modiolus cf. M. thomsoni*, die *M. thomsoni* recht ähnlich sind. Diese besitzen jedoch im Gegensatz zum vorliegenden Exemplar aus der Jagüel Formation des Neuquén Beckens meist einen deutlich konkaven Ventralrand.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 32

PBDB: Emsium - rezent

Sepkoski: Famennium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

***Modiolus* sp. B**

Tafel 3, Fig. 10

Material: 3 Exemplare (BA 88-90)

Beschreibung: Mytiliformer Umriss, inequilateral. Wirbel anterior, jedoch nicht terminal. Vom Wirbel zieht ein leicht gebogener Rücken zum Posteroventralrand. Ventralrand annähernd gerade, median teilweise etwas konkav. Posteriorrand stark konvex, gerader Anterodorsalrand geht in stumpfen Winkel in Posterodorsalrand über. Skulptur aus komarginalen Anwachslamellen. Schloss ist nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 88	14,5	31,5	0,46
BA 89	11,0	23,0	0,48
BA 90	7,5	15,5	0,48

Diskussion: Diese Spezies ist *Musculus aprilis* (Feruglio, 1935: S. 67, Taf. 1, Fig. 5) vom Umriss ähnlich, doch fehlen ihr die radiären Rippen. Des Weiteren ist der Umbonalrücken bei *Modiolus* sp. B stärker ausgeprägt. Stinnesbeck (1986: S. 167-168, Taf. 2, Fig.1-2) beschrieb *Mytilus primigenius* aus dem Maastrichtium der Quiriquina Formation Chiles. Diese ist jedoch deutlich kleiner, besitzt fließendere Übergänge von Ventral- in Posteriorrand und von Anterodorsal- in Posterodorsalrand und besitzt einen terminal gelegenen Wirbel.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 25 (Maastrichtium)

HU: HU 1 - HU 11 (Maastrichtium)

SM: SM 7 - SM 31 (Maastrichtium - Danium)

PBDB: Emsium - rezent

Sepkoski: Famennium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

Überfamilie Pinnoidea Leach 1819

4.1.3.2. Familie Pinnidae Leach 1819

Gattung *Pinna* Linné 1758

Typusart: *Pinna rudis* Linné (SD Children 1823)

***Pinna* cf. *freneixae* Zinsmeister & Macellari 1988**

Tafel 3, Fig. 17

cf. 1984 *Pinna (Pinna) anderssoni* Wilckens – Macellari: S. 403-405, Taf. 22, Fig. 12

cf. 1988 *Pinna freneixae* n. sp. – Zinsmeister & Macellari: S. 265, Taf. 3, Fig. 16

Material: 1 Exemplar (BA 36)

Beschreibung: Fragmentarischer Steinkern mit Resten der prismatischen Schale. Dreieckiger Umriss, Dorsal- und Ventralrand divergieren in posteriorer Richtung. Umbonalwinkel ca. 20°. Longitudinalrippen, die dorsal deutlich breiter sind und dort in einem Bogen gegen die Schalenmitte laufen. Etwa 13 Radiärrippen erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L
BA 36	20,0	42,3

Diskussion: Eine dem Material aus Patagonien sehr nahe stehende Spezies ist *Pinna freneixae* Zinsmeister & Macellari (1988: S. 265, Taf. 3, Fig. 16) aus dem Maastrichtium der López de Bertodano Formation von Seymour Island, Antarktika. Aufgrund der fragmentari-

schen Erhaltung ist eine sichere artliche Zuordnung jedoch nicht möglich, weshalb das vorliegende Exemplar als *Pinna cf. freneixae* bezeichnet wird.

Pinna anderssoni Wilckens (1910: S. 11-14, Taf. 1, Fig. 5-6) aus der Ober-Kreide der Antarktis ist dichter berippt als das Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken und besitzt einen größeren Umbonalwinkel (ca. 27°). Wilckens (1905: S. 27-29, Taf. 5, Fig. 2a-b) beschrieb *Pinna morenoi* aus der Ober-Kreide der Santa Cruz Provinz. Diese unterscheidet sich ebenfalls durch eine dichtere Berippung von *Pinna cf. freneixae* Zinsmeister & Macellari.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

OP: OP 1 - OP 35 (Danium)

SM: SM KT 7 - SM 35 (Maastrichtium - Danium)

PBDB: Karbon - rezent

Sepkoski: Vise - rezent

Paläobiogeographie:

Pinna: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

P. freneixae: Antarktis (Zinsmeister & Macellari 1988)

4.1.4. Ordnung Ostreoida Férussac 1822

Unterordnung Ostreina Férussac 1822

Überfamilie Ostreoidea Rafinesque 1815

4.1.4.1. Familie Gryphaeidae Vyalov 1936

Unterfamilie Pycnodonteinae Stenzel 1959

Gattung *Pycnodonte* Fischer von Waldheim 1835

Typusart (OD): *Pycnodonte radiata* Fischer von Waldheim 1835

Untergattung *Phygraea* Vyalov 1936

Typusart (OD): *Gryphaea pseudovesicularis* Gümbel 1861

***Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* (Böhm 1903)**

Tafel 3, Fig. 11-15

- 1902 *Gryphaea vesicularis* Lamarck – Burckhardt: S. 215, Taf. 3, Fig. 4-9
 1902 *Gryphaea* aff. *pitcheri* Morton – Burckhardt: S. 214-215, Taf. 3, Fig. 1-3
 1903 *Gryphaea burckhardti* – Böhm: S. 71
 1903 *Gryphaea rothi* – Böhm: S. 71
 1903 *Gryphaea rocana* – Ihering: S. 198
 1907 *Gryphaea burckhardti* Böhm – Ihering: S. 6-7, Taf. 1, Fig. 4a-c
 1921 *Gryphaea burckhardti* Böhm – Wilckens: S. 3, Taf. 2, Fig. 2a-b, 3a-b
 1931 *Gryphaea rothi* Böhm – Weaver: S. 89, Taf. 61, Fig. 396-397
 1931 *Gryphaea rocana* Ihering – Windhausen: Taf. 40, Fig. 10-12
 1945 *Gryphaea rothi* Böhm – Leanza: S. 97, Fig. 21a-c
 1946 *Gryphaea miradorensis* – Petersen: S. 122-123, Taf. 11, Fig. 1-19
 1990 *Pycnodonte miradorensis* (Petersen) – Medina et al.: Taf. 1, Fig. 7-8
 1994 *Odontogryphaea burckhardti* (Böhm 1903) – Casadío: S. 170-174, Taf. 49, Fig. 10-12, Taf. 50, Fig. 1-10
 1998 *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* (Böhm 1903) – Casadío: S. 451-452, Abb. 2, Fig. 1-2, Taf. 2, Fig. 16-19
 2007 *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* (Böhm) – Del Río et al.: S. 256, Fig. 4 A-C

Material: 8 Exemplare (77-79, 228, 390-393)

Beschreibung: Stark ungleichklappig, ungleichseitig. Linke Klappe stark konvex mit orthogyrem bis opisthogyrem Wirbel, der deutlich über die Ligamentarea hinausreicht. Zum Teil mit flachem Wirbelbereich, der dem Substratanheftungsbereich entsprechen dürfte. Posteriorer Bereich wird durch eine Furche abgetrennt. Ein deutlicher Kommissurschelf ist ausgebildet. Die rechte Klappe ist flach bis konkav, eine schwache Konvexität findet sich im Wirbelbereich von Exemplaren mit flachem Wirbelbereich der linken Klappe. Catachomata (linke Klappe) und Anachomata (rechte Klappe) sind vor allem im dorsalen Bereich bis etwa zur Höhe des Schließmuskeleindrucks zu erkennen. Monomyar, nur der posteriore Schließmuskelabdruck ist vorhanden. Dieser zeigt einen rundlichen Umriss und liegt etwa auf halber Schalenhöhe. Vom posterioren Rand hat er die gleiche Entfernung wie die auf der Externseite erkennbare Furche. Externseite mit komarginalen Anwachsstreifen, die zum Teil runzelig bis lamellenartig verdickt sind. Radiale Rippen sind keine erkennbar. Ligamentarea meist länger als hoch, posteriores und anteriores Bourrelet gut von zentralem Resilifer abgegrenzt.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
77	38,0	28,5	1,33	390	15,3	17,8	0,86
78	45,5	32,0	1,42	391	ca. 34,0	28,2	1,21
79	26,0	22,8	1,14	392	ca. 36,5	28,5	1,28
228	15,3	16,1	0,95	393	11,5	11,0	1,04

Diskussion: Das Vorhandensein von Chomata und eines Kommissurschelf zeigt die Zugehörigkeit zur Unterfamilie Pycnodontinae an. Der deutlich ausgeprägte Wirbel der linken Klappe ist typisch für die Untergattung *Phygraea*. Die von Burckhardt (1902: S. 215, Taf. 3, Fig. 4-9; S. 214-215, Taf. 3, Fig. 1-3) als *Gryphaea vesicularis* und *Gryphaea* aff. *pitcheri* beschriebenen Austern entsprechen dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken. Sie zeigen genauso die radiale Furche auf der posterioren, externen Seite, wie *Pycnodonte* (*Phygraea*) *burckhardti* (Böhm 1903), die von Casadío (1998: S. 451-452, Abb. 2, Fig. 1 + 2, Taf. 2, Fig. 16-19) aus dem Danium der Roca Formation aus den Provinzen La Pampa, Neuquén und Río Negro beschrieben und abgebildet wurde.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJG 29 - BJG 22

BJG B: BJG B+2 - BJG B +6

OP: OP 22 - OP 35

HU: HU 28 - HU 34

PBDB: *Pycnodonte*: Valanginium - rezent *Phygraea*: Cenomanium - Lutetium

Sepkoski: *Pycnodonte*: Hauterivium - rezent *Phygraea*: Aptium – Miozän

Paläobiogeographie:

Pycnodonte: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

Phygraea: PBDB: Europa, Asien

P. (P.) burckhardti: Argentinien (Provinzen: Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro) (Casadío 1998)

***Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (Lamarck 1806)**

Tafel 4, Fig. 1-2

1806 *Ostrea vesicularis* – Lamarck: S. 160-161, Taf. 27, Fig. 3

1907 *Gryphaea burckhardti mendozana* – Ihering: S. 36

1931 *Gryphaea burckhardti* var. *mendozana* Ihering – Weaver: S. 89, Taf. 59, Fig. 372-374, Taf. 60, Fig. 382-383

1998 *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (Lamarck) – Casadío: S. 452-453, Abb. 2, Fig. 3-6

Material: 4 Exemplare (83, BA 13-14, BA 112)

Beschreibung: Stark ungleichklappig, etwas ungleichseitig, posteroventral etwas verlängert. Wirbel orthogyr bis opisthogyr. Posteriorer Rand teilweise konkav. Chomata sind keine zu erkennen. Linke Klappe stark konvex, rechte Klappe flach bis konkav. Teilweise mit ebe-

nem Substratanheftungsbereich auf der linken Klappe. Skulptur aus engständigen, wenig markanten Wachstums lamellen, Externseite wirkt daher fast glatt.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
83	46,5 (FR)	54,5	
BA 13	95,2	64,3	1,48

Diskussion: Im Vergleich zu *Pycnodonte* (*Phygraea*) *burckhardti* ist *P. (Ph.) vesicularis* etwas größer. Des Weiteren fehlen die für *P. (Ph.) burckhardti* typischen Chomata.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG:	BJG R - BJG 28 (Maastrichtium)
BJG R:	BJG B -1 - BJG B +5 (Maastrichtium - Danium)
HU:	HU 1 - HU 22 (Maastrichtium)
HUR:	HUR B1 - HUR 12 (Maastrichtium)
HU Road:	HU Road 1 - HU Road 5 (Maastrichtium)
SM:	SM 20 (Maastrichtium)

PBDB:	<i>Pycnodonte</i> : Valanginium - rezent	<i>Phygraea</i> : Cenomanium - Lutetium
Sepkoski:	<i>Pycnodonte</i> : Hauterivium - rezent	<i>Phygraea</i> : Aptium - Miozän

Paläobiogeographie:

<i>Pycnodonte</i> :	Treatise:	kosmopolitisch
	PBDB:	kosmopolitisch
<i>Phygraea</i> :	PBDB:	Europa, Asien
<i>P. (P.) vesicularis</i> :	PBDB:	kosmopolitisch

Unterfamilie Gryphaeostreinae Stenzel 1971

Gattung Gryphaeostrea Conrad 1865

Typusart (MT): *Gryphaea eversa* Melleville 1843

***Gryphaeostrea callophylla* (Ihering 1903)**

Tafel 4, Fig. 3-4

- 1902 *Exogyra* aff. *lateralis* Nilsson – Burckhardt: S. 9-10, Taf. 1, Fig. 17-19
1903 *Exogyra callophylla* Ihering – Ihering: S. 199-201, Taf. 1, Fig. 3

- 1907 *Exogyra callophylla* Ihering – Ihering: S. 10
1937 *Exogyra callophylla* Ihering – Feruglio: S. 211, Taf. 21, Fig. 12a-b, 13
1968 *Gryphaeostrea callophylla* (Ihering) – Camacho: S. 325, Taf. 1, Fig. 4-5
1984 *Gryphaeostrea callophylla* (Ihering) – Manceñido & Damborenea: S. 447, Taf. 5, Fig. 6-7
2007 *Gryphaeostrea callophylla* (Ihering) – Del Río et al.: S. 256-257, Fig. 4 D-E

Material: 3 Exemplare (80, BA 12, BA 110)

Beschreibung: Stark ungleichklappig, linke Klappe stark konvex, rechte Klappe konkav. Posterior teilweise mit Aurikel. Eingedrehter opisthogyrer Wirbel. Beide Klappen ohne Chomata. Komarginale Anwachslamellen treten sehr deutlich hervor, vor allem auf der rechten Klappe. Eindruck des Adduktormuskels rundlich-oval, nahe des posterioren Randes, etwa auf halber Strecke zwischen Wirbel und Ventralrand gelegen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
80	32,0	27,5	1,16
BA 12	24,2	14,7	1,63

Diskussion: *Gryphaeostrea canaliculata* (Sowerby, 1813, S. 68, Taf. 26, Fig. 1) aus dem Albium bis Maastrichtium von Europa, Nordafrika, Zentralasien und Südindien unterscheidet sich durch die etwas weitständigere komarginale Berippung der rechten Klappe. Die deutlichen komarginalen Anwachslamellen erlauben eine sichere Zuordnung zu *Gryphaeostrea callophylla* Ihering (1903: S. 199-201, Taf. 1, Fig. 3), die aus dem Danium der Roca Formation Patagoniens beschrieben wurde.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 5 - OP 33

HU: HU 29

PBDB: Valanginium - Miozän

Sepkoski: Valanginium - Miozän

Paläobiogeographie:

Gryphaeostrea: Treatise: Europa, Afrika, Nordamerika

PBDB: Nordamerika, Südamerika, Europa, Afrika

G. callophylla: Argentinien (Casadío 1998)

Unterfamilie Exogyrinae Vyalov 1936

Tribus Nanogyriini Malchus 1990

Gattung *Amphidonte* Fischer de Waldheim 1829

Typusart: *Amphidonte humboldtii* Fischer de Waldheim 1829 (SD Fischer 1886)

***Amphidonte mendozana* (Ihering 1907)**

Tafel 4, Fig. 5-8

- 1907 *Exogyra ostracina mendozana* – Ihering: S. 37, Fig. 1
1937 *Exogyra mendozana* Ihering – Feruglio: S. 209, Taf. 22, Fig. 2a-b
1991 *Exogyra mendozana* Ihering – Casadío & Leanza: S. 30
1992 *Exogyra mendozana* Ihering – Casadío: S. 11
1994 *Exogyra mendozana* Ihering – Casadío: S. 151-154, Fig. 45.1-45.7, 46.1-46.3
1998 *Amphidonte mendozana* (Ihering 1907) – Casadío: S. 455-456, Taf. 1, Fig. 9-11

Material: 12 Exemplare (84, 383-389, BA 106-109)

Beschreibung: Umriss hochoval, inequilateral, stark ungleichklappig, Wirbel opisthogyr. Linke Klappe deutlich stärker gewölbt als die rechte Klappe. Posteriorer Adduktoreindruck groß, subzirkular, recht zentral gelegen. Chomata deutlich, sind im Wesentlichen auf den dorsalen anterioren Rand beschränkt.

Linke Klappe: Vom Wirbel zieht ein Rücken zum posterioren Ende des Ventralrands. Posteriorrand konkav, Anteriorrand konvex. Skulptur aus schuppigen, etwas unregelmäßigen Anwachslamellen.

Rechte Klappe: Kleiner als linke Klappe, flach. Skulptur aus Anwachslamellen, die vor allem anterior und ventral ausgebildet sind. Diese bilden am Anteriorrand teilweise einen Kamm aus.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
84	44,5	33,0	1,35	388	7,3	5,3	1,38
383	18,5	14,0	1,32	389	10,0	7,6	1,32
384	12,0	10,0	1,20	BA 106	130	94	1,38
385	7,5	7,3	1,03	BA 107	115	98	1,17
386	5,2	5,0	1,04	BA 108	65	51	1,27
387	11,0	6,4	1,72	BA 109	104	74	1,41

Diskussion: Durch den deutlich eingedrehten Wirbel, den postumbonalen Kamm und die Verteilung der Chomata ist das vorliegende Material aus dem Neuquén Becken eindeutig *Amphidonte mendozana* (Ihering, 1907: S. 37, Fig. 1) zuzuordnen, das aus der Roca Formation beschrieben wurde.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG 23 - BJG 28

OP: OP 20 - OP 21

HU: HU 15 - HU 16

HUR: HUR 5 - HUR 6

PBDB: Oxfordium - Maastrichtium

Sepkoski: Aptium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Amphidonte: Treatise: Russland, Nordamerika

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis und Nordamerika

A mendozana: Argentinien (Casadío 1998)

4.1.4.2. Familie Ostreidae Rafinesque 1815

Unterfamilie Ostreinae Rafinesque 1815

Tribus Ostreini Rafinesque 1815

Gattung *Ostrea* Linné 1758

Typusart: *Ostrea edulis* Linné (SD Gray 1847)

***Ostrea wilckensi* Ihering 1907**

Tafel 4, Fig. 9-11

1907 *Ostrea wilckensi* – Ihering: S. 13, Taf. 2, Fig. 10a-b, Taf. 3, Fig. 10c

1921 *Ostrea wilckensi* Ihering – Wilckens: S. 3, Taf. 2, Fig. 1

1937 *Ostrea wilckensi* Ihering – Feruglio: S. 207, Taf. 22, Fig. 3a-b

1995 *Ostrea wilckensi* Ihering – Rodríguez et al.: S. 242, Taf. 1, Fig. D

1998 *Ostrea wilckensi* Ihering – Casadío: S. 456-458, Taf. 1, Fig. 12-15

Material: 3 Exemplare (BA 113-114, BA 207)

Beschreibung: Umriss schief-hochoval bis subtrigonal, ungleichklappig, ungleichseitig. Posteroventral verlängert. Wirbel moderat opisthogyr. Linke Klappe konvexer als rechte Klappe, rechte Klappe in Wirbelnähe schwach konvex, ansonsten flach. Chomata reichen vom Wirbel bis auf die Höhe des Adduktoreindrucks. Adduktoreindruck groß, kommaförmig,

nahe des Posteriorrandes gelegen. Skulptur aus komarginalen Anwachslamellen, teilweise schwache radiale Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 113	39	26,5	1,47
BA 114	23	22	1,05
BA 207	63,0	38,5	1,64

Diskussion: Die oben beschriebenen Merkmale erlauben eine eindeutige Zuordnung zu *Ostrea wilckensi* Ihering (1907: S. 13, Taf. 2, Fig. 10a-b, Taf. 3, Fig. 10c), die von Ihering aus der Roca Formation beschrieben wurde.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

HU: HU 16 - HU 40 (Maastrichtium - Danium)

HUR: HUR 5 (Maastrichtium)

SM: SM 58 (Danium)

M 2: M 2g (Maastrichtium)

LF: LF 3 /Maastrichtium)

PBDB: Karnium - rezent

Sepkoski: Berriasium - rezent

Paläobiogeographie:

Ostrea: Treatise: kosmopolitisch (ohne Polarregionen)

PBDB: kosmopolitisch

O. wilckensi: Argentinien (Casadio 1998)

cf. *Ostrea vulselloides* Wilckens 1905

Tafel 5, Fig. 1-2

cf. 1905 *Ostrea vulselloides* sp. nov. – Wilckens: S. 30, Taf. 5, Fig. 5-7

cf. 1936 *Ostrea vulselloides* Wilckens – Feruglio: S. 142- 144, Taf. 16, Fig. 11-18

Material: 1 Exemplar (BA 33)

Beschreibung: Hochovaler Umriss, inequilateral, Wirbel prosogyr. Schalenwölbung der rechten Klappe gering. Posteriorrand gerade bis schwach konkav, Anteriorrand schwach konvex.

Skulptur aus komarginalen, etwas unregelmäßigen Anwachslamellen, die zum Ventralrand hin stärker werden. Unregelmäßig ovaler Adduktormuskeleindruck nahe des Posteriorrandes, auf halber Höhe zwischen Wirbel und Ventralrand.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 33	16,5	7,5	2,2

Diskussion: Das Vorhandensein nur eines (posterioren) Adduktoreneindrucks und die Schalenerhaltung sprechen für eine Zugehörigkeit zur Überfamilie Ostreoidea. Sehr ähnlich ist *Ostrea vulselloides* Wilckens (1905: S. 30, Taf. 5, Fig. 5-7) aus dem Maastrichtium der Santa Cruz Provinz Argentiniens. Jedoch ist beim vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken der Wirbel prosogyr im Gegensatz zum opisthogyren Wirbel von *O. vulselloides*.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 32 (Maastrichtium)

BJG B: BJG B+1 (Danium)

PBDB: Karnium - rezent

Sepkoski: Berriasium - rezent

Paläobiogeographie:

Ostrea: Treatise: kosmopolitisch (ohne Polarregionen)

PBDB: kosmopolitisch

O. vulselloides: Argentinien (Wilckens 1905)

Tribus Ambigostreini Malchus 1990

Gattung *Ambigostrea* Malchus 1990

Typusart (OD): *Ambigostrea pseudovillei* Malchus 1990

***Ambigostrea clarae* (Ihering 1907)**

Tafel 5, Fig. 3-5

1907 *Ostrea clarae* – Ihering: S. 10-11, Taf. 1, Fig. 6a, Taf. 2, Fig. 6b-c

1921 *Ostrea clarae* Ihering – Wilckens: S. 3, Taf. 2, Fig. 6

1922 *Ostrea clarae* Ihering – Schiller: S. 267, Taf. 3, Fig. 1a-b

1931 *Ostrea clarae* Ihering – Weaver: S. 89, Taf. 59, Fig. 376-377

1936 *Ostrea clarae* Ihering – Feruglio: S. 144-145

- 1937 *Ostrea clarae* Ihering – Feruglio: S. 205
1956 *Ostrea imitatrix* – Leanza: S. 72-75, Fig. 1-11
1968 *Ostrea clarae* Ihering – Camacho: S. 325, Taf. 1, Fig. 2
1984 *Ostrea* (*Cymbulostrea*?) aff. *clarae* Ihering – Mancenido & Damborenea: S. 446, Taf. 5, Fig. 4-5
1994 *Rastellum clarae* (Ihering 1907) – Casadío: S. 180- 186, Fig. 51.5-51.11, 52.1-52.22, 53.1-53.9
1995 *Ostrea clarae* Ihering – Rodríguez et al.: S. 242, Taf. 1, Fig. G
1998 *Ambigostrea clarae* (Ihering 1907) – Casadío: S. 462-463, Fig. 4.1-4.9
1999 *Ambigostrea clarae* (Ihering 1907) – Parras: S. 90-92, Taf. 5, Fig. 3-5

Material: 5 Exemplare (81-82, BA 32, BA 111, BA 295)

Beschreibung: Schale dünn, Größe der Anwachsfläche variiert. Anteriorer Schalenrand konvex, posteriorer Schalenrand konkav. Ventral der Anwachsfläche deutliche, teilweise bifurkierende Radiärrippen und deutlicher Knick in Schalenwölbung. Vor allem posterior fällt der Schalenrand oft steil ab. Feine komarginale Anwachslamellen. Crenulierter Ventralrand. Adduktormuskeleindruck am posterioren Schalenrand.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
81	19,0	19,0	1,0
BA 111	23,0	16,5	1,40
BA 295	49,0	42,5	1,15

Diskussion: Die morphologischen Charakteristika erlauben eine eindeutige Zuordnung zu der von Ihering (1907: S. 10-11, Taf. 1, Fig. 6a, Taf. 2, Fig. 6b-c) als *Ostrea clarae* beschriebenen Spezies aus der Roca Formation Patagoniens.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 33 - BJB 24b

HU: HU 7 - HU 14

HUR: HUR 9 - HUR 12

GRB: GRB 1

LF: LF 2

PBDB: Campanium - Maastrichtium

Sepkoski: Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Ambigostrea: PBDB: kosmopolitisch außer Australien und Antarktis

A. clarae: Argentinien (Casadío 1998)

4.1.5. Ordnung Pterioida Newell 1965

Überfamilie Pterioidea Gray 1820

4.1.5.1. Familie Bakevelliidae King 1850

Gattung *Phelopteria* Stephenson 1952

Typusart (OD): *Pteria? dalli* Stephenson 1936

***Phelopteria* sp.**

Tafel 5, Fig. 7-8

Material: 8 Exemplare (44-48, 75, 226, BA 75)

Beschreibung: Schief subcircularer bis ovaler Umriss, ungleichseitig, gerader, langer Schlossrand, linke Klappe schwach gewölbt. Posterior mit vergrößertem Flügel, der posterodorsal in einem spitzen Winkel endet. Anteriorer Flügel wesentlich kleiner und anterodorsal mit annähernd rechtem Winkel. Großer posteriorer Flügel durch Sinus deutlich von Schale abgegrenzt. Wirbel ragt über geraden Schlossrand hinaus. Dünne Schale mit feinen, unregelmäßigen komarginalen Anwachsstreifen, keine radiäre Berippung.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
44	9,6	10,2	0,94	48	7,2	7,5	0,96
45	9,6	11,4	0,84	75	8,5	8,0	1,06
47	5,5	6,3	0,87	226	6,5	8,3	0,78

Diskussion: Die von Zinsmeister & Macellari (1988: S. 265, Fig. 8.6-8) aus dem Maastrichtium von Seymour Island (Antarktis) beschriebene *Phelopteria feldmanni* ist deutlich größer als das vorliegende Material aus Patagonien. Des Weiteren ist *P. feldmanni* stärker prosoklin und besitzt eine glatte Schalenaußenseite. *Phelopteria pectinoidea* (Reuss) und *Phelopteria cincta* (Alth), die im Maastrichtium Polens vorkommen (siehe Abdel-Gawad 1986: S. 143-144, Taf. 28, Fig. 4-5, Taf. 29, Fig. 2-3), unterscheiden sich ebenfalls von *Phelopteria* sp. aus Argentinien. Der posteriore Flügel beider Arten endet im Gegensatz zu *Phelopteria* sp. posterodorsal nicht in einem spitzen Winkel. Während die Schalenaußenseite von *P. pectinoidea* glatt ist, besitzt *P. cincta* im dorsalen Bereich konzentrische Furchen und ist nur ventral glatt.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 40 - BJB 27b

BJG B: BJB B-1

OP: OP 20 - OP 21

HU: HU 1 - U 6

HUR: HUR B1

PBDB: Albium - Danium

Sepkoski: Albium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: Nordamerika, Europa, Afrika

PBDB: Nordamerika, Südamerika, Antarktis, Europa, Asien

Gattung *Bakevellia* King 1848

Typusart (OD): *Avicula antiqua* von Münster in Goldfuss 1836 (= *Avicula binneyi* Brown 1841)

***Bakevellia* sp.**

Tafel 5, Fig. 9-10

Material: 2 Exemplare (BA 73-74)

Beschreibung: Stark inequilateral, prosogyrer Wirbel überragt geraden Dorsalrand. Prosokline Schale mit Flügeln. Posteriorer Flügel deutlich größer als anteriorer, posterodorsal spitz zulaufend. Beide Flügel beschreiben in ventraler Richtung einen konkaven Bogen. Keine Skulptur erkennbar. Posterior sind drei annähernd horizontale, zueinander parallel verlaufende Lateralzähne zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 73	44,0	47,0	0,94
BA 74	35,0	43,0	0,81

Diskussion: Ihering (1897: S. 231-232, Taf. 9, Fig. 54) beschrieb *Perna quadrisulcata* aus dem Unter-Miozän der Patagonischen Formation von Santa Cruz (auch Feruglio 1936: S. 182-183, Taf. 20, Fig. 4). Diese ist vom Umriss dem Material aus der Roca Formation sehr ähnlich. Auch *Avicula gastroles* Meek (1873: S. 491) aus der Kreide der USA besaß einen nahezu identischen Umriss. Die oben beschriebene *Phelopteria* sp. unterscheidet sich durch die wesentlich geringere Größe und das Fehlen einer deutlichen konkaven Einbuchtung am anterioren Flügel von *Bakevellia* sp.

Das Vorhandensein von posterioren langen, horizontalen Lateralzähnen spricht für die Zugehörigkeit zur Gattung *Bakevella*. Aufgrund der Unvollständigkeit des Materials aus dem Maastrichtium von Huantraico ist eine artliche Zuordnung jedoch nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 1 - HU 5

HUR: HUR 5 - HUR 6

PBDB: Serpukhovium - Maastrichtium

Sepkoski: Karbon (Moscovium) - Kreide (Maastrichtium)

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: keine Daten von Campanium bis Danium

Gattung *Gervillia* Defrance 1820

Typusart (SMT): *G. solenoidea* Defrance 1824

***Gervillia?* sp.**

Tafel 5, Fig. 6

Material: 1 Exemplar (171)

Beschreibung: Unvollständige linke Klappe mit Schalenresten, Umriss modioliform, langelliptisch, schmal. Wirbel stark eingekrümmt. Vom Wirbel ausgehend verläuft ein stark gewölbter Bereich in Richtung posteriorer Rand. Anterior des Wirbels steil abfallend. Anteriorrand und Ventralrand konvex, posterior des Wirbels konkaver Rand. Posterodorsal existierte evtl. ein Aurikel, dort ist das Exemplar jedoch nur unvollständig erhalten. Drei Radiärrippen ziehen schräg von anterior nach posterior.

Messungen:

Nr.	H	L
171	22,4 (FR)	42,0 (FR)

Diskussion: *Gervillia alaeformis* (Sowerby) (in Weaver 1931: S. 201-203, Taf. 15, Fig. 61-63) aus der Unterkreide Europas und der Neuquén Provinz besitzt Radiärrippen, die vom Wirbel ausgehen. Im Gegensatz dazu gehen die Radiärrippen beim vorliegenden Exemplar nicht vom Wirbel aus.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 5

PBDB: Capitanium - Bartonium

Sepkoski: Olenekium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Europa, Afrika, Nordamerika, Kuba

Überfamilie Pectinoidea Rafinesque 1815

4.1.5.2. Familie Entoliidae Von Teppner 1922

Gattung *Entolium* Meek 1865

Untergattung *Entolium* Meek 1865

Typusart (OD): *Pecten dimissus* Phillips, „as illustrated by Quenstedt, 1858, p. 353, pl. 48, fig. 7“ (= *Pecten disciforme* Schuebler in Zieten 1833)

***Entolium (Entolium) membranaceum* (Nilsson 1827)**

Tafel 5, Fig. 11-12

1935 *Pecten wichmanni* sp. nov. – Feruglio: S. 79, Taf. III, Fig. 9

1936 *Pecten wichmanni* sp. nov. – Feruglio: S. 247, Taf. XXV, Fig. 3

1971 *Entolium membranaceum* (Nilsson) – Dhondt: S. 27-36, Taf. 1, Fig. 2a-b

1994 *Entolium membranaceum* (Nilsson) – Stilwell: Taf. 10, Fig. 9, 10-16

1998 *Entolium membranaceum* (Nilsson) – Stilwell: S. 39-40, Fig. 5a-c

Material: 14 Exemplare (33-43, 222-223, 378)

Beschreibung: Suborbicular Umriss, gleichklappig, Schale schwach konvex. Fast symmetrische, an den antero- und posterodorsalen Rändern gerundete Aurikel, kein Byssusschlitz. Dorsalrand der Aurikeln fast gerade (Winkel ca. 180°). Umbonalwinkel ca. 110°. Schaleninnenseite glatt, Schalenaußenseite mit feinen komarginalen Anwachslinien, die sich auch auf den Aurikeln finden. Dreieckige Ligamentgrube, Ligamentarea symmetrisch beiderseits der Ligamentgrube, parallel zum Schlossrand verlaufend.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	A _L	A _H	A _L /L	UW
33	35,0	33,0	1,06	15,5	6,5	0,47	110
34	20,0	19,0	1,05				
35	18,7	16,5	1,13	7,5	3,2	0,45	
36	22,3	20,0	1,12	9,2	4,2	0,46	
37	26,3	22,9	1,15	10,4	4,8	0,45	
38	11,5	10,1	1,14	5,7	2,3	0,56	
39	18,3	16,6	1,10	8,3	3,4	0,50	
40	8,4	7,1	1,18	4,0	1,9	0,56	
41	13,7	11,7	1,17	6,6	2,8	0,56	
42	12,1	10,5	1,15				
222	18,7	17,5	1,07				
223	17,0	15,5	1,09				
378	34,2	31,0	1,10				

Diskussion: Feruglio (1935: S. 79, Taf. III, Fig. 9) beschrieb einen glattschaligen Vertreter der Pectinoidea mit feinen Anwachslineen und symmetrischen Ohren aus der Salamanca-Formation (Danium - Montium) des östlichen Zentralpatagoniens. Das Höhen-Längenverhältnis (H/L) von Feruglios *Pecten wichmanni* beträgt 1,08-1,11 und liegt damit im Bereich des Materials aus dem Neuquén Becken. Auch das Verhältnis $A_L/L = 0,47-0,48$ der von Feruglio (1935: S. 79, Taf. III, Fig. 9, 1936: S. 247, Taf. XXV, Fig. 3) beschriebenen Exemplare ist fast identisch mit den Messwerten des Neuquén-Materials. Aufgrund der fehlenden radiären Berippung kann man dieses Taxon eindeutig der Gattung *Entolium* zuordnen. Andere glattschalige Vertreter der Pectinoidea, wie Formen der *Amusium*-Gruppe sind intern berippt. *Lentipecten* besitzt einen Byssusschlitz und unterscheidet sich daher von den hier vorliegenden Exemplaren. Das Material aus dem Neuquén Becken wird daher zu *Entolium wichmanni* (Feruglio) gestellt.

Der Vergleich mit der weit verbreiteten *Entolium membranaceum* (Nilsson 1827: S. 23, Taf. 9, Fig. 16), die von Dhondt (1971: S. 27-36, Taf. 1, Fig. 2a-b; siehe auch ausführliche Synonymieliste von 1799-1962) in ihrer Revision ausführlich beschrieben und mit ähnlichen Taxa verglichen wurde, zeigt, dass keine nennenswerten morphologischen Unterschiede zwischen *E. wichmanni* und *E. membranaceum* erkennbar sind. Bereits Stilwell (1994: S. 367) erwähnte, dass diese beiden Spezies wahrscheinlich konspezifisch sind. Diese Auffassung wird hier bestätigt und das vorliegende Material aus dem Neuquén Becken daher *E. membranaceum* zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 35 - BJB 28

BJG B: BJB B-1

OP: OP 20 - OP 21

HUR: HUR 6

PBDB: Changhsingium - Maastrichtium

Sepkoski: Anisium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Entolium: Treatise: kosmopolitisch
PBDB: kosmopolitisch

E. (E.) membranaceum: PBDB: Europa, Asien, Australien, Neuseeland, Afrika

4.1.5.3. Familie Pectinidae Wilkes 1810

Gattung *Camptonectes* Agassiz in Meek 1864

Typusart: *Pecten lens* Sowerby 1818 (SD Stoliczka 1871)

Untergattung *Camptonectes*

Typusart: *Pecten lens* Sowerby 1818; (SD Stoliczka 1871)

Camptonectes (Camptonectes) sp.

Tafel 5, Fig. 13-15

Material: 9 Exemplare (54-57, 224-225, 379, BA 23-24)

Beschreibung: Sehr klein (bis ca. 7 mm), suborbicular mit geradem Dorsalrand. Anteriorer Aurikel der rechten Klappe mit deutlichem Byssusschlitz, anteriorer Aurikel der linken Klappe nur mit leichter konkaver Einbuchtung (schwacher Byssus-Sinus). Posteriore Aurikel gehen ohne Einschnitt in die Schale über. Anteriorer Aurikel der rechten Klappe zeigt bis zu fünf radiäre Rippen. Komarginale feine Rippchen, nur in Wirbelnähe existieren bei manchen Exemplaren etwas gröbere komarginale „Fältchen“. Zusätzlich auch zahlreiche, radiäre feine Striae. Dreieckige Ligamentgrube.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
54	3,7	3,6	1,03	225	2,1	2,2	0,95
55	5,3	5,5	0,96	379	4,3	4,5	0,96
56	3,9	3,9	1,0	BA 23	5,5	5,0	1,1
57	4,0	4,3	0,93	BA 24	7,0	6,5	1,08
224	3,7	3,6	1,03				

Diskussion: Aufgrund der Berippung ist diese Spezies *Camptonectes (Camptonectes)* zuzuordnen. Von *Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae* Casadio et al. 2005 (S. 511-514, Fig. 3) und *Camptonectes (Camptochlamys) mahuidaensis* (Weaver 1931: Taf. 59, Fig. 375)

unterscheidet sich *Camptonectes* (*Camptonectes*) sp. durch die schwächere komarginale Berippung und die geringere Größe.

Del Rio et al. (2007: S. 258, Fig. 3 V-X) beschrieben aus dem Danium der Roca Formation der La Pampa Provinz Pectinidae gen. et sp. indet., die dem vorliegenden Material in der Schalenmorphologie und Größe ähnelt. Jedoch sind bei der Pectinide aus der Roca Formation keine radiären Striae zu erkennen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJG 1 - BJG 14

OP: OP 8 - OP 35

PBDB: Perm - Danium

Sepkoski: Hettangium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

Untergattung *Camptochlamys* Arkell 1930

Typusart (OD): *Pecten intertextus* Roemer 1839

***Camptonectes* (*Camptochlamys*) aff. *tutorae* Casadío, Griffin & Parras 2005**

Tafel 5, Fig. 16-17, Tafel 6, Fig. 1-3

aff. 2005 *Camptonectes* (*Camptochlamys*) *tutorae* sp. nov. – Casadío et al.: S. 511-514, Fig. 3

Material: 17 Exemplare (49-53, 76, 172, 204, BA 19-22, BA 76-79, BA 84)

Beschreibung: Klein, suborbicular, etwas höher als lang, schwach konvex. Rechte Klappe mit anterior vergrößerten Aurikeln und deutlichem Byssusschlitz, Aurikel radiär berippt (zahlreiche Radiärrippen, bis ca. 20).

Schalenaußenseite mit komarginalen, feinen Anwachslamellen, die in ihrer Stärke und ihrem gegenseitigem Abstand regelmäßig sind. Außerdem zahlreiche radiäre, leicht gebogene Striae (teilweise über 100). Diese gehen auch über die Anwachslamellen hinweg.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	A _L	A _H	A _L /L
49	11,5	10,1	1,14			
50	13,5	13,0	1,04			
51	13,0	12,0	1,08			
52	5,4	4,1	1,32			

Nr.	H	L	H/L	A _L	A _H	A _L /L
53	14,0	13,0	1,08			
76	18,5	17,3	1,07	11,9		0,69
BA 19	10,5	10,0	1,05			
BA 20	10,8	10,5	1,03			
BA 21	19,5	19,3	1,01			
BA 22	16,5	14,9	1,11			
BA 76	15,0	13,5	1,11			
BA 78	18,7	17,3	1,08			

Diskussion: Aufgrund der bei guter Erhaltung deutlich ausgebildeten komarginalen Be-
rippung ist dieses Taxon der Untergattung *Camptochlamys* Arkell zuzuordnen. Die von Casa-
dío et al. (2005: S. 511-514, Fig. 3) beschriebene *Camptonectes tutorae* aus dem Ober-
Maastrichtium der argentinischen Provinzen La Pampa und Mendoza besitzt weniger deutlich
ausgebildete Anwachslamellen, weniger radiäre Striae und ein kleineres Höhen-Längen-
Verhältnis. Dennoch wird das vorliegende Material hier als *Camptonectes (Camptochlamys)*
aff. *tutorae* beschrieben, da eine nahe Verwandtschaft zwischen beiden Taxa angenommen
werden kann.

Wilckens (1905: 26, Taf. IV, Fig. 10) beschrieb ein Exemplar von *Pecten (Camptonectes)*
malignus n. sp. aus der Ober-Kreide von Südpatagonien (Cazador). Diese ist der hier
beschriebenen *Camptonectes (Camptochlamys)* aff. *tutorae* sehr ähnlich. Die radiären Striae
sind beim Material von Wilckens jedoch nur lateral vorhanden, beim vorliegenden Material
lassen sich die radiären Striae auf der gesamten Schale beobachten. Aus der Ober-Kreide von
Pondoland (östliches Südafrika) wurde von Rennie (1930: S. 178-179, Taf. 16, Fig. 12-15)
Pecten (Camptonectes) kaffraria beschrieben. Diese ähnelt dem vorliegenden Material aus
Patagonien, doch ist die Skulpturierung feiner, d. h. die radiären Rippen auf den Aurikeln sind
zahlreicher und auf der Schale treten die komarginalen Rippen nicht so stark in Erscheinung
wie bei *C. (Camptochlamys)* aff. *tutorae*. Stanton (1901: S. 12-13, Taf. 4, Fig. 1) beschrieb
Pecten (Camptonectes) pueyrrydonensis aus der Ober-Kreide der Belgrano Beds vom Lake
Pueyrrydon (Santa Cruz Provinz). Diese stimmt in ihren Proportionen und der Skulpturierung
mit vorliegendem Exemplar überein, unterscheidet sich aber durch den dreieckigen anterioren
Aurikel.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG R - BJG 28

BJG B: BJG B-1

OP: OP 21 - OP 20

HU: HU 1 - HU 22

HUR: HUR B1 - HUR 12

HU Road: HU Road 1 - HU Road 5

SM: SM 14

PBDB: *Chlamys (Camptochlamys)*: Pliensbachium - Danium

Sepkoski: *Camptochlamys*: Aalenium - Danium

Paläobiogeographie:

Camptochlamys: Treatise: Europa
PBDB: Europa, Nordamerika
Argentinien (Casadío 1994)

Camptonectes (Camptochlamys) mahuidaensis (Weaver 1931)

Tafel 6, Fig. 4-6

- 1931 *Pecten mahuidaensis* sp. nov. – Weaver: Taf. 59, Fig. 375
1968 *Pecten mahuidaensis* Weaver – Camacho: S. 326, Taf. 2, Fig. 1-2
1991 *Pecten mahuidaensis* Weaver – Leanza & Casadío: S. 27
1991 *Chlamys mahuidaensis* (Weaver) – Casadío & Leanza: S. 27
1994 *Chlamys mahuidaensis* (Weaver) – Casadío: S. 129, Taf. 42, Fig. 2-3

Material: 4 Exemplare (BA 80-83)

Beschreibung: Subcircularer Umriss, geringe Konvexität, Wirbel zentral. Antero- und Posterodorsalrand konkav, Übergänge in Lateralränder in gerundetem stumpfen Winkel. Lateralränder bilden mit Ventralrand einen Halbkreis. Aurikel mit geradem Dorsalrand, anteriorer Aurikel mit Byssusschlitz.

Skulptur aus deutlichen komarginalen Rippen, die in regelmäßigen Abständen stehen. Diese werden von radiären Striae gekreuzt, die vor allem zwischen den komarginalen Rippen deutlich ausgebildet sind.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 81	51,5	52,0	0,99
BA 82	43,6	47,7	0,91
BA 83	32,3	32,0	1,01

Diskussion: Das vorliegende Material von Huantraico stimmt sehr gut mit *Pecten mahuidaensis* Weaver (1931: Taf. 59, Fig. 375) aus der Neuquén Provinz überein. Diese wurde von Camacho (1968: S. 326, Taf. 2, Fig. 1-2) ebenfalls aus der Region der Sierra Huantraico beschrieben. Von *Camptonectes malignus* (Wilckens 1905: 26, Taf. 4, Fig. 10) unterscheidet sich *Camptonectes mahuidaensis* (Weaver) durch die höhere Größe, die fehlende Radiärbe-rippung auf den Aurikeln und das kleinere Höhen-Längen-Verhältnis. Die fehlende Radiärbe-rippung auf den Aurikeln unterscheidet das vorliegende Material auch von *Camptonectes tutorae* Casadío, Griffin & Parras (2005: 511-514, Fig. 3 A-E) und der oben beschriebenen *Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae*. Aufgrund der typischen Skulpturierung ist dieses Taxon *Camptonectes (Camptochlamys)* zuzuordnen und wegen der großen Übereinstimmung wird es als *Camptonectes (Camptochlamys) mahuidaensis* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 7 - HU 15

HUR: HUR 5

PBDB: *Chlamys* (*Camptochlamys*): Pliensbachium - Danium

Sepkoski: Aalenium - Danium

Paläobiogeographie:

Camptochlamys: Treatise: Europa

PBDB: Europa, Nordamerika

Argentinien (Casadio 1994)

C. (C.) mahuidaensis: Argentinien (Weaver 1931, Camacho 1968)

Gattung *Lyriochlamys* Sobetzki 1977

Typusart (OD): *Lyriochlamys fissicostata* (Etheridge 1881)

***Lyriochlamys modestus* (Camacho 1968)**

Tafel 6, Fig. 7-10

1968 *Pecten modestus* sp. nov. – Camacho: S. 326, Taf.1, Fig. 6

1970 *Chlamys modestus* (Camacho) – Camacho: S. 332, Taf. 1, Fig. 5

1988 *Pecten modestus* Camacho – Riccardi: S. 49

1991 *Chlamys modestus* (Camacho) – Casadio & Leanza: S. 30

1994 *Chlamys modestus* (Camacho) – Casadio: S. 131-133, Taf. 42, Fig. 4-5

Material: 23 Exemplare (58-68, 72, 381, BA 16-18, BA 91-93, BA 296-299)

Beschreibung: Klein, subcircular, mit geradem anterioren und posterioren Schalenrand. Schwach konvex. Asymmetrische Aurikel, anteriorer Aurikel der rechten Klappe größer als posteriorer Aurikel und mit deutlichem Byssuseinschnitt. Posteriore Aurikel der rechten und linken Klappe mit spitzem Winkel am posterodorsalen Ende, posterior mit konkavem Rand. Aurikel radiär berippt, bis fünf Radiärrippen auf anteriorem Aurikel, bis drei Radiärrippen auf posteriorem Aurikel. Diese Radiärrippen auf den Aurikeln besitzen zum Teil knotenartige Verdickungen. Schale mit deutlicher radiärer Berippung und mit feinen, unregelmäßigen, etwas schuppigen, komarginalen Anwachsstreifen. Rechte und linke Klappe mit unterschiedlicher Berippung.

Rechte Klappe: Schale mit vier bis zwölf breiten radiären Rippen, Rippen median am breitesten. Rippen etwa so breit wie Rippenzwischenräume, teilweise breiter. Rippen mit bis zu drei Nebenrippen. Rippenquerschnitt posterior und anterior gerundet dreieckig. Radiärrippen und aufsitzende Nebenrippen mit jeweils einer Knotenreihe. Rippenzwischenräume ohne radiäre Elemente.

Linke Klappe: 9-14 ungeteilte radiäre Rippen, Rippenabstände zum Teil variabel. Zwischen erhabeneren Radiärrippen z. T. ein bis zwei schwächere Rippen, teilweise setzen diese Schaltrippen erst in der Nähe des Ventralrandes ein. Radiärrippen median breiter als lateral, jedoch nicht so breit wie auf der rechten Klappe. Rippen können eine Knötchenreihe tragen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	A _L	A _H	A _L /L	A _H /A _L
58	13,9						
59	10,9	10,3	1,06	6,4	3,4	0,62	0,53
60	7,6	6,7	1,13	4,9	2,1	0,73	0,43
61	15,0	13,3	1,13	9,4	3,9	0,63	0,42
62	18,0	16,4	1,10		3,9		
72	17,2						
63	17,6	16,5	1,07				
64	6,9	6,6	1,05				
65	10,7	10,7	1,00				
66	6,5	6,3	1,03				
381	7,5	ca. 7,7	ca. 0,97				
BA 16	11,0	10,5	1,05				
BA 17	7,5	6,5	1,15				
BA 18	14,5	12,5	1,16				
BA 92	25,5	23,5	1,09				

Diskussion: Die von Wilckens (1905: S. 26, Taf. 4, Fig. 11) aus der Ober-Kreide der Santa Cruz Provinz beschriebene *Pecten bagualensis* n. sp. ist deutlich höher als die vorliegende Art. *Lima? patagonica* Wilckens (1905: S. 27, Taf. 4, Fig. 12), die in der selben Arbeit beschrieben wird, unterscheidet sich durch die dichtere und bifurkierende Berippung. Sämtliche von Ihering 1907 beschriebenen und abgebildeten Pectiniden sind wesentlich jünger als die aus dem Maastrichtium stammenden, oben beschriebenen Pectiniden. Des Weiteren unterscheiden sie sich auch in der Skulpturierung deutlich von diesen.

Zahlreiche oberkretazische Untergattungen von *Chlamys* unterscheiden sich vom vorliegenden Material durch die nachfolgenden Merkmale. *Mixtipecten* besitzt auf der rechten Klappe nur lateral radiale Rippen. *Pethopecten* besitzt eine recht kurze Schlosslinie und Rippenzwischenräume mit feinen radiären Rippen. Die Aurikel von *Radiopecten* sind subequal, während das vorliegende Material sich durch längere anteriore Aurikel auf der rechten Klappe auszeichnet. *Merklinia* unterscheidet sich durch kleinere Aurikel und meist skulpturierte Radiärrippen (Dhondt 1975). *Chlamys* besitzt einen recht schmalen Umbo und ein größeres Höhen/Längen-Verhältnis, sowie meist eine deutlich höhere Rippenzahl (Dhondt 1973). Dhondt (1972b) beschrieb in ihrer Revision der europäischen, kretazischen Chlamydinae *Lyropecten* (*Aequipecten*). Diese Untergattung zeichnet sich durch eine unterschiedliche Berippung der beiden Klappen aus. Die Rippenbreite auf der rechten Klappe ist deutlich größer als auf der linken Klappe, was sich auch an oben beschriebenem Material feststellen lässt. Neun der von Dhondt (1972) beschriebenen Arten weichen deutlich vom vorliegenden Material ab, und zwar im Wesentlichen durch die höhere Rippenzahl und die teilweise vorhandene Skulpturierung der Rippenzwischenräume sowie die unterschiedliche oder fehlende Skulpturierung der

Aurikel. Lediglich *L. (A.) arlesiensis* weist mit 14 – 19 Radiärrippen eine ähnliche Rippenzahl auf. Jedoch besitzt die rechte Klappe des Materials aus dem Neuquén und Cañadón Asfalto Becken mit maximal zehn radiären Hauptrippen deutlich weniger Rippen.

Aus dem Maastrichtium von Nordwest – Australien wurde von Darragh (1991: S. 47 – 55, Fig. 13-14) die neue Gattung *Giraliapecten* beschrieben. Deren Skulpturierung wird auf der rechten Klappe jedoch vor allem von komarginalen Elementen dominiert.

Camacho (1968: S. 326, Taf. 1, Fig. 6) beschrieb *Chlamys modestus* aus der Oberen Kreide der Neuquén Provinz (Huantraico) und Casadío (1994: S. 131-133, Taf. 42, Fig. 4-5) *Chlamys modestus* (Camacho 1968) aus dem Maastrichtium von Huantraico und von Barda Baya (La Pampa Provinz). Der Vergleich mit dem Material der Sammlung der Universität La Pampa in Santa Rosa hat gezeigt, dass das vorliegende Material aus dem Neuquén Becken und dem Cañadón Asfalto Becken der selben Art angehört.

Das vorliegende Material wird *Lyriochlamys* zugeordnet. Dieses Taxon wurde von Sobetzki (1977: S. 47) als Untergattung von *Chlamys* aufgestellt. Aus der Ober-Kreide von Neuseeland (Chatham Inseln) wurde *Chlamys (Lyriochlamys)* n. sp. beschrieben (Stilwell 1998: S. 44-45, Fig. 6 D, I-J). Diese Art ist dem vorliegenden Material aus Patagonien in der Berippung der Schale und der Aurikel ähnlich und unterstreicht die Zugehörigkeit zu *Lyriochlamys*. Sie unterscheidet sich aber durch die größere Anzahl von Radiärrippen von *Lyriochlamys modestus*. Die Skulpturierung der linken Klappe der neuseeländischen Art wurde nicht beschrieben, was den Vergleich mit *L. modestus* erschwert.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG R - BJG 28
BJG B: BJG B-1
OP: OP 21 - OP 20
HU: HU 1 - HU 22
HUR: HUR 5 - HUR 7
HU Road: HU Road 1
SM: SM 5
LF: LF 2 - LF 3

PBDB: Campanium - Maastrichtium
Sepkoski: Ober-Kreide - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Lyriochlamys: PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

L. modestus: Argentinien (Casadío 1994)

Pectinidae indet. sp. A

Tafel 7, Fig. 1-2

Material: 2 Exemplare (BA 25-26)

Beschreibung: Subtrigonaler Umriss, geringe Konvexität, an einer Lateralseite unvollständig.

Skulptur aus zahlreichen Radiärrippen (ca. 28), die teilweise 2 Nebenrippen besitzen. Die Radiärrippen werden von schief verlaufenden (ca. 45° Winkel), feinen Lamellen gekreuzt. Aurikel ebenfalls radiär berippt.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 25	16,3	12,8	1,27

Diskussion: Leider liegt nur fragmentarisches Material aus einem einzigen Horizont des Daniums von Opaso vor. Die Lamellen kreuzen die Radiärrippen im 45° Winkel und bilden ein charakteristisches Merkmal dieses Taxons. Dieses Charakteristikum unterscheidet das vorliegende Material von anderen Pectiniden.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 32

Gattung *Mixtipecten* Marwick 1928

Typusart (OD): *Pecten (Aequipecten) amuriensis* Woods 1917 (= *Mixtipecten* Tucker-Rowland 1938)

aff. *Mixtipecten* sp.

Tafel 7, Fig. 3-4

Material: 2 Exemplare (346-347)

Beschreibung: Subtrigonaler Umriss, geringe Konvexität. Anteriores Ohr größer als posteriores. Dorsalrand der Aurikel gerade, Lateralränder derselben schwach konkav.

Skulpturierung aus Radiärrippen verschiedener Stärke. Zwischen zwei deutlich ausgebildeten primären Radiärrippen befinden sich im medianen Bereich zwei bis drei schwächere Radiärrippen (Sekundärrippen). Lateral nimmt die Anzahl der Sekundärrippen zwischen den Primärrippen ab. Etwa 14 Primärrippen. Auf den Radiärrippen sind teilweise feine Knötchen zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
346	ca. 6,5	5,5	ca. 1,18
347	5,0	4,6	1,09

Diskussion: *Mixtipecten* besitzt ungleich große Aurikel und auf der linken Klappe schmale Primärrippen mit feineren Sekundärrippen dazwischen. Jedoch ist die Anzahl der Primärrippen bei *Mixtipecten* größer als beim vorliegenden Material. Deshalb wird die Pectinidae aus dem Neuquén Becken als aff. *Mixtipecten* sp. bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJG 5 - BJG 6

OP: OP 22

PBDB: Coniacium - Maastrichtium

Sepkoski: Senon - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: Neuseeland

PBDB: Südamerika, Neuseeland

4.1.5.4. Familie Spondylidae Gray 1826

Gattung *Spondylus* Linné 1758

Typusart: *Spondylus gaederopus* Linné (SD Schmidt 1818)

***Spondylus* sp.**

Tafel 7, Fig. 5

Material: 3 Exemplare (382, BA 94, BA 97)

Beschreibung: Subcircularer Umriss. Radiäre, etwas unregelmäßig, wellig verlaufende, sich oft aufspaltende, stumpfe Rippen, deren Spaltpunkte variieren. Rippen teilweise mit mehreren Bifurkationen, nahe des Ventralrands ca. 60 Radiärrippen. In der Nähe des Ventralrands sind Knoten auf den Rippen zu erkennen. Komarginale Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
382	24,5	26,5	0,92
BA 97	19,4	20,0	0,97

Diskussion: Die wellig verlaufenden Radiärrippen mit teilweise erkennbaren Knoten sprechen für eine Zugehörigkeit zur Gattung *Spondylus*. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine artliche Zuordnung jedoch nicht möglich. Woods (1917: S. 8, Taf. 2, Fig. 6) beschrieb *Spondylus* sp. aus der Ober-Kreide von Neuseeland. Diese besaß ebenso wie das Exemplar von Huantraico teilweise bifurkierende Radiärrippen mit welligem Verlauf.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJC 28

HU: HU 16

HUR: HUR B1

PBDB: Bajocium - rezent

Sepkoski: Bajocium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

Überfamilie Anomioidea Rafinesque 1815

4.1.5.5. Familie Anomiidae Rafinesque 1815

Gattung *Paranomia* Conrad 1860

Typusart: *Placunanomia (P.) saffordi* Conrad 1860 (= *Placuna scabra* Morton 1834) (SD Stoliczka 1871)

***Paranomia* sp.**

Tafel 7, Fig. 6

Material: 4 Exemplare (261, BA 37-38, BA 115)

Beschreibung: Meist rundlicher Umriss, teilweise hochoval. Wirbel zentral, Konvexität moderat. Skulptur aus komarginalen Anwachslamellen, die in Abstand und Stärke variieren

und teilweise wulstig ausgebildet sind. Unregelmäßige, flache Radiärrippen, die selten vom umbonalen Bereich bis zum Ventralrand durchlaufen. Knoten sind auf den Radiärrippen keine zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 38	12,8	9,2	1,4
261	12,5	17,0	0,74

Diskussion: Aufgrund der breiten Radiärrippen ist das vorliegende Material zu *Paranomia* zu stellen. *Paranomia scabra* (Morton 1834: S. 62) (siehe Stephenson 1923: S. 234-238, Taf. 61, Fig. 1-4) aus der Ober-Kreide Nordamerikas besitzt deutlich weniger Radiärrippen. Casadío (1994: S. 136-139, Taf. 42, Fig. 8-11, Taf. 43, Fig. 1-8) beschrieb *Paranomia* n. sp. aus dem Maastrichtium der Jagüel Formation der La Pampa Provinz. Diese besaß jedoch deutlich größere Radiärrippen und wurde später von Casadío et al. (2005: S. 514-517, Fig. 4, A-F) als *Plicatula georgiana* Fritzsche (1919: S. 361) beschrieben. Die von Wilckens (1905: S. 29, Taf. 5, Fig. 3) beschriebene *Anomia solitaria* aus der Santa Cruz Provinz unterscheidet sich von *Paranomia* sp. durch die feineren radiären Streifen.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 34 - BJB 27a (Maastrichtium)

BJG B: BJB B-1 (Maastrichtium)

OP: OP 21 - OP 34 (Maastrichtium – Danium)

HU: HU 1 - HU 20 (Maastrichtium)

HUR: HUR B1 - HUR 12 (Maastrichtium)

SM: SM 3 - SM 22 (Maastrichtium)

PBDB: Campanium - Danium (auch im Dan Frankreichs)

Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: Nordamerika

PBDB: Nordamerika, Europa

Überfamilie Limoidea Rafinesque 1815

4.1.5.6. Familie Limidae Rafinesque 1815

Gattung *Limea* Bronn 1831

Typusart (MT): *Ostrea strigilata* Brocchi 1814 (= *Limaea* Gray 1847)

Untergattung *Pseudolimea* Arkell in Douglas & Arkell 1932

Typusart: *Plagiostoma duplicata* J. de C. Sowerby 1827

***Limea (Pseudolimea) angusta* (Camacho 1968)**

Tafel 7, Fig. 7-9

1968 *Lima (Limatula) angusta* n. sp. – Camacho: S. 327, Taf. 2, Fig. 3-4

Material: 16 Exemplare (69-71, 73-74, 174, 175, 227, BA 27, BA 95, BA 98-101, BA 300-301)

Beschreibung: Gleichklappig, inequilateral, schiefovaler Umriss, juvenile Exemplare subcircular. Anteroventral etwas verlängert, orthogyrer Wirbel überragt geraden Dorsalrand. Anterior mit kleinem Aurikel, posteriorer Aurikel größer als anteriorer. Schwach konvexer Anteriorrand geht gleichmäßig in deutlich konvex gerundeten Ventralrand über. Dieser geht nach langem, etwas abgestutzten Bogen in einem gerundeten stumpfen Winkel in konvexen Posterodorsalrand über.

Skulptur aus feinen komarginalen Anwachslamellen und 17-24 scharfkantigen Radiärrippen, die nicht bis an die Lateralränder reichen. Zusätzlich feine radiäre Streifen, und zwar jeweils ein Streifen auf dem Top jeder Radiärrippe, an jeder Rippenseite und im Rippenzwischenraum. Rippen und radiäre Streifen teilweise mit schuppiger Skulptur bzw. feiner Knotenreihe. Ventraler Schalenrand crenuliert.

Schloss taxodont-ähnlich, posterior mit mindestens neun kleinen Zähnen, anterior mit mindestens acht kleinen Zähnen. Zähne senkrecht zum Schalenrand in Richtung Schalenmitte gerichtet, weit ventral einsetzend.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
69	2,6	2,8	0,93	BA 27	4,5	3,0	1,5
70	8,0	7,5	1,07	BA 98	16,0	11,5	1,39
71	3,6	3,5	1,03	BA 99	13,5	11,0	1,23
73	2,9	2,8	1,04	BA 100	16,0	12,0	1,33
74	3,2	3,2	1,0	BA 101	10,5	9,4	1,12
174	4,5	4,0	1,12	BA 300	14,5	13,0	1,12
227	2,7	2,6	1,04	BA 301	12,0	10,0	1,20

Diskussion: Camacho (1968: S. 327, Taf. 2, Fig 3-4) beschrieb *Lima (Limatula) angusta* von Huantraico, die mit dem hier vorliegenden Material übereinstimmt. Obwohl sie in der Beschreibung von Camacho nicht erwähnt wird, ist die oben beschriebene Radiärberippung mit feinen Streifen gut erkennbar. Aufgrund der Berippung ist diese Spezies eher zu *Limea*

(*Pseudolimea*) zu stellen. *Limea* (*Pseudolimea*) *woodsii* (Suter 1921: S.3; *Lima* (*Limatula*) *huttoni* Woods, 1917: S. 27, Taf. 12, Fig. 12-16) aus dem Maastrichtium von Neuseeland unterscheidet sich durch die geringere Größe von *Limea* (*Pseudolimea*) *angusta* (Camacho).

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 38 - BJB 28

BJG B: BJB B-1

OP: OP 21

HU: HU 1 - HU 22

HUR: HUR B1 - HUR 13

SM: SM 1 - SM 26b

LF: LF 1 - LF 3

PBDB: Anisium - Maastrichtium

Sepkoski: Trias - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Pseudolimea: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch (ohne Antarktis und Afrika)

L. (P.) angusta: Argentinien (Camacho 1968)

***Limea* (*Pseudolimea*) „symmetrica“**

Tafel 7, Fig. 12-13

Material: 8 Exemplare (173, 176, 326, BA 28, BA 102-104, BA 212)

Beschreibung: Rundlicher Umriss, annähernd equilateral. Skulptur aus bis zu 35 breiten Radiärrippen, die sich auch lateral fortsetzen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
176	5,6	5,7	0,98
BA 28	2,9	3,3	0,88
BA 103	9,1	8,0	1,14
BA 104	13,6	13,2	1,03

Diskussion: Von *Limea* (*Pseudolimea*) *angusta* unterscheidet sich *P. symmetrica* durch den symmetrischeren Umriss und die größere Anzahl von Radiärrippen. Diese sind breiter als die Radiärrippen von *L. (P.) angusta*.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB R - BJB 14 (Maastrichtium - Danium)

OP: OP 11 - OP 2 (Danium)

HU: HU 6 - HU 21 (Maastrichtium)

HUR: HUR B1 - HUR 12 (Maastrichtium)

HU Road: HU Road 1 - HU Road 5 (Maastrichtium)

SM: SM 50 - SM 15 (Maastrichtium)

PBDB: Anisium - Maastrichtium

Sepkoski: Trias - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Pseudolimea: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch (ohne Antarktis und Afrika)

Gattung *Lima* Bruguière 1797

Typusart (M): *Lima alba* Cuvier 1797 (= *Ostrea lima* Linné 1758)

***Lima* sp.**

Tafel 7, Fig. 15

Material: 1 Exemplar (BA 96)

Beschreibung: Hochovaler Umriss, etwas inequilateral. Anterior erfolgt der Übergang in den konvex gerundeten Ventralrand weiter ventral. Anteriorrand leicht konvex. Skulptur aus ca. 46 engständigen, breiten Radiärrippen mit rundlichem Querschnitt und feinen Anwachs-lamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 96	29,0	27,0	1,07

Diskussion: *Lima (Acesta) obliquistriata* Forbes (1846: S. 154, Taf. 18, Fig. 13) aus dem Campanium von Pondoland (östliches Südafrika) (Rennie 1930: S. 183-184, Taf. 19, Fig. 7-8) ist der vorliegenden Spezies im Berippungsmuster und Umriss ähnlich. Doch unterscheidet sich *L. (A.) obliquistriata* durch ein größeres Höhen-Längen-Verhältnis von 1,19-1,36 von vorliegendem Exemplar. *Lima aspera* (Mantell 1822: S. 129, Taf. 26, Fig. 18) aus der europäischen Ober-Kreide (siehe Dacqué 1939: S. 38-39, Taf. 1, Fig. 3) ist ebenfalls sehr ähnlich *Lima* sp. aus dem Neuquén Becken. Sie zeigt weitgehende Übereinstimmungen im Umriss

und den Abmessungen. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung des Exemplars von Hu-
antraico ist eine artliche Zuordnung jedoch nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJK 24 - BJK 24b

HU: HU 1

HUR: HUR 6 - HUR 7

PBDB: Westphalium - rezent

Sepkoski: Anisium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Nordamerika, Mexiko, Europa, Asien, Afrika, Chatham Inseln (Neuseeland)

Gattung *Acesta* Adams & Adams 1858

Typusart (M): *Ostrea excavata* Fabricius 1779

***Acesta* sp.**

Tafel 7, Fig. 14

Material: 1 Exemplar (BA 211)

Beschreibung: Etwas unvollständiger Abdruck einer linken Klappe, Wirbelbereich fehlt. Hochovaler Umriss, inequilateral, anteroventral etwas verlängert (opisthoklin). Übergänge vom Ventralrand in die Lateralränder fließend. Posterior mit deutlicher Umbonalcarina, anterior schwach ausgebildete Umbonalcarina.

Skulptur aus unregelmäßigen, komarginalen Anwachslamellen und zahlreichen (> 60), teilweise etwas wellig verlaufenden Radiärrippen. Diese sind lateral wesentlich deutlicher ausgebildet, vor allem posterior. Am Anteriorrand sind nur komarginale Anwachslamellen vorhanden. Median sind die Radiärrippen breiter als lateral, allerdings weniger markant ausgebildet.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 211	26,5	19,5	1,36

Diskussion: Feruglio (1935: S. 78, Taf. 3, Fig. 7-8) beschrieb *Lima latens* aus der Salamanca Formation der Chubut Provinz (zwischen Puerto Visser und Bahía Bustamente). Diese

besitzt jedoch einen deutlich abrupteren Übergang vom Ventralrand in den Anteriorrand. *Acesta (Plicacesta)* sp., wurde von Griffin (1991: S. 130-132, Taf. 6, Fig. 1) aus dem Eozän der Río Turbio Formation der Santa Cruz Provinz von Südpatagonien, Argentinien, beschrieben. Sie unterscheidet sich aber durch die deutlich geringere Anzahl (13-15) von Radiärrippen. Im Gegensatz zum gerundeten dorsalen Bereich des Posteriorrands von *Acesta* sp. ist derselbe bei *Acesta (Plicacesta)* sp. gerade bis konkav. Auch von *Lima (Acesta) snowhillensis* Wilckens (1910: S. 14-16, Taf. 1, Fig. 7a-b) aus dem Maastricht der Lopez de Bertodano Formation der Antarktis unterscheidet sich *Acesta* sp. durch die Berippung. Zinsmeister & Macellari (1988: S. 267, Taf. 9, Fig. 4) beschrieben *Acesta shackletoni* aus dem Oberen Maastrichtium der López de Bertodano Formation von Seymour Island (Antarktische Halbinsel). Diese besitzt jedoch ein geringeres Höhen-Längen-Verhältnis (1,22). Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung des einzigen Exemplars und den erwähnten Unterschieden zu anderen Vertretern der Gattung *Acesta* ist keine artliche Zuordnung möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

M 2: M 2b - M 2c

PBDB: Callovium - Pliozän

Sepkoski: Oxfordium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch

Unterklasse Palaeoheterodonta Newell 1965

4.1.6. Ordnung Trigonioida Dall 1889

Überfamilie Trigonioidea Lamarck 1819

4.1.6.1. Familie Trigoniidae Lamarck 1819

Unterfamilie Pterotrigoniinae van Hoepen 1929

Gattung *Pterotrigonia* van Hoepen 1929

Typusart (OD): *Pterotrigonia cristata* van Hoepen 1929

Untergattung *Rinetrigonia* van Hoepen 1929

Typusart (SD): *Trigonia ventricosa* Krauss 1843

***Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* (Wilckens 1921)**

Tafel 7, Fig. 10-11, Tafel. 8, Fig. 1

- 1905 *Trigonia* sp. (aff. *aliformis*?) – Wilckens: S.136-137, Taf. VII, Fig. 7
1921 *Trigonia windhauseniana* – Wilckens: S. 12
1927 *Trigonia* sp. – Wichmann: S. 338
1936 *Trigonia wilckensi* – Feruglio: S. 109, Taf. 12, Fig. 11-12, Taf. 21, 1-2
1946 *Trigonia windhauseniana* Wilckens – Petersen: Taf. VI, Fig. 1
1967 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Levy: S. 103
1967 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Camacho: S. 132, Taf. 1, Fig. 2
1984 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Mancenido & Damborenea: S. 447, Taf. 66, Fig. 7
1987 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Farinati et al.: S. 157, Taf. 1, Fig. 1
1991 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Lenza & Casadío: Taf. 1, Fig. 9-12
1993 *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* Wilckens – Lanza: S. 62, Taf. 17, Fig. 6, 11-13

Material: 9 Exemplare (85-88, 94-97, BA 124)

Beschreibung: Dickschalig mit sichelförmigem Umriss, gleichklappig, stark inequilateral. Wirbel anterior gelegen, deutlich opisthogyr. Posterodorsaler Rand stark konkav, woraus die Sichelform resultiert. Anteriorer Rand gerade bis schwach konvex. Ventralrand konvex, posteroventraler Rand annähernd parallel zum posterodorsalen Rand. Kurzer posteriorer Schalenrand, der sowohl in den Posterodorsal- als auch in den Posteroventralrand in einem stumpfen Winkel übergeht. Klappen anterior deutlich konvex, posterior dagegen stark abgeflacht. Area schmal, Escutcheon breit und konkav eingesenkt.

Die Skulptur besteht anterior aus ca. zwölf breiten, beknoteten Rippen mit schief-radiärem Verlauf. Die posterioren dieser Rippen verlaufen nahezu radial. Posterior dieser breiten Rippen befinden sich feine, annähernd radiäre Rippen. Der ventrale Schalenrand ist crenuliert.

Schizodontes Schloss mit einem zentralen Spaltzahn (2) in der linken Klappe. Alle Zähne sind geriefelt. Die Schließmuskelabdrücke liegen direkt in der Fortsetzung des Schlosses, sind also weit dorsal gelegen. Der anteriore Schließmuskelabdruck befindet sich anterior eines Fortsatzes, der sich unter die Schlossplatte fortsetzt.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
85	44,5	ca. 57,0	0,78	15,3
86	27,2	47,5	0,57	10,7
96	76,5	>105,5	<0,73	
BA 124	20,0	30,6	0,65	

Diskussion: Aufgrund seiner charakteristischen Merkmale ist das vorliegende Material *Pterotrigonia* (*Rinetrigonia*) *windhauseniana* Wilckens (1905: 136-137, Taf. VII, Fig. 7, 1921: 12), die zunächst aus dem Maastrichtium der Santa Cruz Provinz beschrieben wurde, zuzuordnen. Eine *Pterotrigonia* (*Rinetrigonia*) *windhauseniana* sehr ähnliche Art ist *Pterotrigonia pseudocaudata* (Hector 1886, siehe Stilwell 1994: Taf. 14, Fig. 7-9, Taf. 15, Fig. 1-8, 10) aus dem Campanium und Maastrichtium von Neuseeland. Doch ist diese posterior nicht so stark verlängert und auch die Skulpturierung unterscheidet sich darin, dass die Radiärrippen posterior gleichmäßiger schwächer werden. Auch *P. (P.) bustamantina* (Feruglio 1937: 196-197, Taf. 21, Fig. 3-4) aus dem Maastrichtium der Salamanca Formation der östlichen Chubut Provinz unterscheidet sich in Umriss und Ornamentierung. von *P. (R.) windhauseniana*. *P. (P.) bustamantina* zeigt posterior ebenfalls eine gleichmäßigere Abschwächung der Radiärrippenstärke als *P. (R.) windhauseniana*.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11 - HU 15
HUR: HUR 5 - HUR 13
HU Road: HU Road 1
SM: SM 4 - SM 25
M 2: M 2d - M 2h
LF: LF 1 - LF 6
GE: GE 8
CO: CO 1

PBDB: Callovium - Maastrichtium (*Pterotrigonia*)
Sepkoski: Tithonium - Maastrichtium (*Pterotrigonia*)

Paläobiogeographie:

Pterotrigonia: Treatise: kosmopolitisch
PBDB: Südamerika

Rinetrigonia: Südafrika, Ostafrika, Südamerika, Indien, Australien, Neuseeland (Tithonium - Maastrichtium) (Leanza 1993: S. 61)

P. (R.) windhauseniana: Chubut-, Río Negro-, La Pampa-, Neuquén-, Santa Cruz Provinz (Argentinien) (Maastrichtium) (Leanza 1993: S. 62)

Unterfamilie Nototrigoniinae Skwarko 1963

Gattung *Pacitrigonia* Marwick 1932

Typusart (OD): *Pacitrigonia sylvesteri* Marwick 1932

***Pacitrigonia patagonica* (Feruglio 1936)**

Tafel 8, Fig. 4-7

1936 *Trigonia patagonica* sp. nov. – Feruglio: S. 104-106, Taf. 12, Fig. 13-15

1937 *Trigonia patagonica* sp. nov. – Feruglio: S. 272, Taf. 21, Fig. 5

1967 *Pacitrigonia patagonica* (Feruglio) – Camacho: S. 132, Taf. 1, Fig. 1

Material: 5 Exemplare (89-93)

Beschreibung: Ovaler Umriss, gleichklappig, stark inequilateral (posterior verlängert). Wirbel anterior gelegen und opisthogyr. Die größte Konvexität besitzt die Schale etwas posterior des Wirbels. Posterodorsalrand gerade bis schwach konkav. Der schwach konvexe anteriore Rand geht in einem stumpfen Winkel in den Ventralrand über. Dieser ist gleichmäßig schwach konvex. Kurzer, konvexer, posteriorer Rand. Area schmal. Die Skulptur besteht aus bis zu 16 komarginalen, wulstartigen Rippen, deren Stärke etwas schwankt. Bei guter Erhaltung sind feine Anwachsstreifen zu erkennen.

Das schizodonte Schloss besitzt den typischen Spaltzahn (2) in der linken Klappe. Alle Schlosszähne (2, 4a, 4b, 3a, 3b) sind senkrecht zur Kommissur gerieft. Die Adduktorennabdrücke liegen nahe der Schlosszähne.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
89	56,2	88,5	0,64	21,6
90	56,7	89,0	0,64	18
91	70,0	111,7	0,63	56,3 (AV)
92	57,3	93,3	0,61	18,2

Diskussion: *Trigonia patagonica* Feruglio (1936: S. 104-106, Taf. 12, Fig. 13-15) kann aufgrund der Morphologie zur Gattung *Pacitrigonia* gestellt werden (Fleming 1987: S. 45). Eine nah verwandte und sehr ähnliche Form ist *Pacitrigonia ecplecta* Wilckens (1905: S. 37-39, Taf. 7, Fig. 2-3) aus dem Maastrichtium von Baguales (Santa Cruz Provinz). Diese ist jedoch in der Nähe des Wirbels unregelmäßig berippt und posterior nicht so stark verlängert wie *P. patagonica*. Eine weitere sehr ähnliche Art ist *Pacitrigonia sylvesteri* Marwick (1932: S. 505-509, Taf. 67, Fig. 1-3) aus dem Campanium und Maastrichtium von Neuseeland. Diese ist *P. ecplecta* sehr ähnlich, ist jedoch deutlich größer.

Wegen der großen Übereinstimmung wird das vorliegende Material *Pacitrigonia patagonica* Feruglio zugeordnet. Im Vergleich zur ebenfalls aus der Lefipán Formation vorliegenden *Pacitrigonia sobrali* Leanza & Casadío (1991: S. 28-29, Taf. 1, Fig. 1-3) ist *P. patagonica* deutlich länger, besitzt also ein kleineres Höhen-Längen-Verhältnis (0,61-0,64 im Vergleich zu 0,79 bei *P. sobrali*).

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11 - HU 14

SM: SM 5 - SM 22, SR KT 6

M 2: M 2h
LF: LF 2
GE: GE 8
CO: CO 1

PBDB: Albium - Maastrichtium
Sepkoski: Albium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Pacitrigonia: Treatise: Südamerika, Neuseeland
PBDB: Neuseeland, Südamerika (Argentinien, Chile)

P. patagonica: Chubut- und Santa Cruz Provinz (Maastrichtium)

***Pacitrigonia sobrali* Leanza & Casadío 1991**

Tafel 8, Fig. 8

- 1991 *Pacitrigonia sobrali* – Leanza & Casadío: S. 28-29, Taf. 1, Fig. 1-3
1991 *Pacitrigonia sobrali* Leanza & Casadío – Casadío & Leanza: S. 30
1993 *Pacitrigonia sobrali* Leanza & Casadío – Leanza: S. 64-65, Taf. 17, Fig. 1-2
1994 *Pacitrigonia sobrali* Leanza & Casadío – Casadío: S. 195, Fig. 54.6-54.7

Material: 1 Exemplar (329)

Beschreibung: Steinkern einer rechten Klappe, stark inequilateral, subtrigonal-querovaler Umriss, posterior verlängert. Schalenwölbung gering. Anterior schwach konvex, etwas abgestutzt. Posterodorsal in der Nähe des Wirbels gerade, weiter posterior dann Übergang in konvexen Posteriorrand. Ventralrand ebenfalls konvex. Übergang von Anterior- in Ventralrand recht abrupt in einem stumpfen Winkel. Skulptur aus komarginalen Lamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
329	78,5	100,0	0,79

Diskussion: Im Vergleich zu *Pacitrigonia patagonica* Feruglio (1936: S. 104-106, Taf. 12, Fig. 13-15) ist das vorliegende Exemplar weniger verlängert. Leanza & Casadío (1991: S. 28-29, Taf. 1, Fig. 1-3) beschrieben *Pacitrigonia sobrali* aus dem Maastrichtium der Jagüel Formation der La Pampa Provinz. Das Exemplar aus der Lefipán Formation stimmt in seiner Gehäusemorphologie sehr gut mit *P. sobrali* überein und wird deshalb diesem Taxon zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 22

PBDB: Albium - Maastrichtium

Sepkoski: Albium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Pacitrigonia: Treatise: Südamerika, Neuseeland

PBDB: Neuseeland, Südamerika (Argentinien, Chile)

P. sobrali: Jagüel Formation der La Pampa Provinz (Leanza & Casadío 1991)

Unterfamilie Austrotrigoniinae Skwarko 1963

Gattung *Austrotrigonia* Skwarko 1963

Typusart (OD): *Austrotrigonia prima* Skwarko 1963

cf. *Austrotrigonia pampeana* Leanza & Casadío 1991

Tafel 8, Fig. 2

- cf. 1991 *Austrotrigonia pampeana* – Leanza & Casadío: S. 29-30, Taf. 1, Fig. 4-8
- cf. 1991 *Austrotrigonia pampeana* Leanza & Casadío – Casadío & Leanza: S. 30
- cf. 1993 *Austrotrigonia pampeana* Leanza & Casadío – Leanza: S. 63-64, Taf. 17, Fig. 4-5
- cf. 1994 *Austrotrigonia pampeana* Leanza & Casadío – Casadío: S. 191-193, Fig. 54.1-54.5
- cf. 1999 *Austrotrigonia pampeana* Leanza & Casadío – Parras: S. 97-98, Taf. 5, Fig. 6

Material: 2 Exemplare (BA 125-126)

Beschreibung: Juvenile Exemplare, subtrigonaler Umriss, Wirbel opisthogyr. Konkaver Posterodorsalrand geht in einem stumpfen Winkel in geraden bis schwach konvexen Posterorrand über. Ventral- und Anteriorrand konvex. Vom Wirbel zieht eine deutliche Carina zum Posteroventralrand und grenzt eine gebogene, dreieckige Area von der Flanke ab. Skulptur der Flanke aus weitständigen, komarginalen Rippen, die vor der Carina enden. Area ohne erkennbare Skulpturierung.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 125	6,5	7,0	0,93
BA 126	7,9	10,7	0,74

Diskussion: Leanza & Casadio (1991: S. 29-30, Taf. 1, Fig. 4-8) beschrieben *Austrotrigonia pampeana* aus dem Maastrichtium der Jagüel Formation der La Pampa Provinz. Aufgrund der schon im juvenilen Stadium deutlich ausgeprägten Carina und der markanten komarginalen Berippung werden die vorliegenden juvenilen Exemplare *Austrotrigonia pampeana* zugeordnet. Parras (1999: S. 97-98, Taf. 5, Fig. 6) beschrieb aus der Mendoza Provinz ebenfalls ein juveniles Exemplar einer Trigonia, das sie *A. pampeana* zuordnete. Dieses Exemplar ist dem vorliegenden Material sehr ähnlich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11
HUR: HUR 9 - HUR 11
SM: SM KT 1

PBDB: Maastrichtium
Sepkoski: Hauterivium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Austrotrigonia: Treatise: Australien
PBDB: Argentinien

A. pampeana: Argentinien (Leanza 1993: S. 64)

Trigoniidae indet. sp. A

Tafel 8, Fig. 3

Material: 1 Exemplar (340)

Beschreibung: Steinkern einer rechten Klappe, inequilateral, Umriss subelliptisch, posterior verlängert. Anterodorsal und anterior konvex, Ventralrand schwach konvex. Dieser geht abrupt in einem stumpfen Winkel in den geraden Posteriorrand über. Posterodorsalrand gerade, mit abruptem Übergang in Posteriorrand. Vom Wirbel zum Posteroventralrand zieht eine markante Carina, welche die Flanke von der Area abtrennt. Area mit zwei kräftigen radiären Rippen. Auf dem Steinkern sind keine weiteren Skulpturelemente zu erkennen. Zwei kräftige Schlosszähne erkennbar, auf dem anterioren Schlosszahn ist die starke Transversalriefelung erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
340	9,0	12,5	0,72

Diskussion: Aufgrund der typischen Transversalriefelung der Schlosszähne und der Schalenmorphologie mit posteriorer Carina, die eine radiär berippte Area abgrenzt, kann dieses Exemplar den Trigoniidae zugeordnet werden. Das hier vorliegende Exemplar unterscheidet sich in der Ornamentierung der Area deutlich von den anderen aus den Arbeitsgebieten vorliegenden Vertretern der Trigoniidae. Die radiären Rippen auf der Area könnten für eine Zuordnung zu *Actinotrigonia* Cox (1963: S. 49, Taf. 2, Fig. 3), die aus dem Ober-Campanium von Australien beschrieben wurde, sprechen. Da aber nur ein Exemplar in Steinkernerhaltung vorliegt, wird von einer Zuordnung auf Gattungsebene abgesehen.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 26

Unterklasse Heterodonta Neumayr 1884

4.1.7. Ordnung Veneroida H. Adams & A. Adams 1856

Überfamilie Lucinoidea Fleming 1828

4.1.7.1. Familie Lucinidae Fleming 1828

Unterfamilie Lucininae Fleming 1828

Gattung *Pteromyrtea* Finlay 1926

Typusart (OD): *Cyclina dispar* Hutton 1873

***Pteromyrtea* sp.**

Tafel 8, Fig. 9-11

Material: 23 Exemplare (98-107, 229-235, 237, 242, 243, 394, BA 213, BA 302)

Beschreibung: Suborbicular, etwas länger als hoch, inequilateral, schwach konvex. Wirbel prosogyr. Posterodorsalrand gerade bis schwach konvex, Anterodorsalrand schwach konkav. Posterodorsalrand etwas länger als Anterodorsalrand. Am Übergang vom Posterodorsalrand zum posterioren Rand findet sich genauso wie am Übergang zwischen Anterodorsalrand und anteriorem Rand ein stumpfer Winkel. Posteriore, ventrale und anteriore Seite sind gleichmäßig gerundet. Sowohl posterior als auch anterior ist eine Area ausgebildet, wobei erstere durch einen deutlichen Sulcus abgesetzt ist. Dort findet sich an der posterioren Seite eine leichte Einbuchtung.

Die Skulptur besteht aus feinen komarginalen Striae, die in gleichmäßigen Abständen recht dicht stehen. Auf der posterioren Area ist die Anzahl der Striae geringer. Das Schloss ist an keinem Exemplar erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
98	13,7	16,3	0,84	231	4,5	5,3	0,85
99	11,3	13,3	0,85	232	11,7	13,7	0,85
100	11,3	12,9	0,88	233	14,5	16,5	0,88
101	8,4	8,9	0,94	234	8,3	9,0	0,92
102	16,3	18,8	0,87	235	7,1	8,1	0,88
103	15,5	13,0	0,84	237	15,5	16,0	0,97
104	8,0	9,4	0,85	242	9,6	11,4	0,84
105	11,3	12,9	0,88	243	12,0	16,0	0,75
106	>16,1	19,5	>0,83	394	3,3	3,8	0,87
107	9,4	10,5	0,90	BA 302	10,0	10,0	1,0
229	9,0	10,4	0,87	BA 213	6,5	7,5	0,87
230	4,4	5,4	0,81				

Diskussion: Aufgrund der sowohl anterior als auch posterior deutlich ausgebildeten dorsalen Areas kann die oben beschriebene Spezies *Pteromyrtea* zugeordnet werden. Dementsprechend unterscheiden sich die von Darragh (1997: S. 104, Taf. 12, Fig. A, H) aus der paleozänen Pebble Point Formation von Australien (Victoria) beschriebene *Jagolucina? psephenata* und *Phacoides sharmani* Wilckens (1911: S. 12-13, Taf. 1, Fig. 11) aus dem Tertiär der Antarktis vom vorliegenden Material aus dem Neuquén und Cañadón Asfalto Becken durch das Fehlen von dorsalen Areas. *Phacoides scotti* Wilckens (1910: S. 57, Taf. 3, Fig. 2) aus der antarktischen Ober-Kreide unterscheidet sich durch eine schwächer abgesetzte posteriore Area und gröbere Berippung von *Pteromyrtea* sp. aus den Provinzen Neuquén und Chubut. *Lucina neuquensis* Haupt (in Feruglio 1936: S. 19-20, Taf. 1, Fig. 8, 11) aus dem Valanginium des Lago Argentino unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch wesentlich besser gerundete anteriore und posteriore Seiten. Auch *Lucina? cf. L. neglecta* Ortmann (1902: S. 129-130, Taf. 27, Fig. 3; siehe Griffin 1991: S. 132, Taf. 6, Fig. 2-3) ist an den Dorsalrändern stärker gerundet und besitzt des Weiteren keine dorsalen Areas. *Lucina ortmanni* Ihering (1899: S. 18, Taf. 2, Fig. 3) aus der Patagonischen Formation (Miozän) der Santa Cruz Provinz unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch einen geraden Anterodorsalrand und einen mehrfach abgewinkelten posterioren Rand. Ebenfalls aus der Santa Cruz Provinz wurde *Lucina promaucana* Philippi (in Ihering 1899: S. 247-248, Taf. 5, Fig. 32) beschrieben. Diese besitzt auch miozänes Alter und unterscheidet sich durch den gerundeteren posterodorsalen Rand von *Pteromyrtea* sp. aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken. *Lucina argentina* Behrendsen (1891: S. 415-416, Taf. 25, Fig. 3), die aus dem Tithonium (?) des Neuquén Beckens stammt, differiert durch das Fehlen von abgesetzten Areas und eine abweichende Skulpturierung vom vorliegenden Material. *Pteromyrtea cristata* Marwick (1931: S. 70, Taf. 5, Fig. 90) aus der Tutamoe Serie (Unter-Miozän) von Neuseeland unterscheidet sich durch einen weiter anterior gelegenen Wirbel und durch eine nahe der Dorsalränder stärkere Berippung. Die von Finlay & Marwick (1937: S. 28, Taf. 3, Fig. 7-8) aus der Wangaloa For-

mation (Danium) von Neuseeland beschriebene *Pteromyrtea obesa* (siehe auch Stilwell 1994: Taf. 52, Fig. 10-11) besaß eine deutlich schwächer abgegrenzte posteriore Area als das vorliegende Material aus dem Neuquén und Cañadón Asfalto Becken. Die sehr ähnliche *Pteromyrtea modica* Stilwell (1994: Taf. 52, Fig. 12-16), die ebenfalls aus dem Danium von Neuseeland bekannt ist, unterscheidet sich durch eine ungleichmäßigere Rippenstärke.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 37 - BJB 22 (Maastrichtium - Danium)
BJG B: BJB B-1 - BJB B+6 (Maastrichtium - Danium)
OP: OP 21 – OP 35 (Maastrichtium - Danium)
HU: HU 6 (Maastrichtium)
HUR: HUR 5 (Maastrichtium)
SM: SM 50 - SM 67, SM KT 3 (Maastrichtium - Danium)
M 2: M 2a (Maastrichtium)

PBDB: Danium - Miozän
Sepkoski: Danium - Pleistozän

Paläobiogeographie:

Treatise: Neuseeland
PBDB: Neuseeland

Unterfamilie Milthinae Chavan 1969

Gattung *Jagolucina* Chavan 1939

Typusart (OD): *Lucina concava* Defrance 1823

***Jagolucina psephenata* Darragh 1997**

Tafel 8, Fig. 12-13

1994 *Jagolucina?* sp. – Darragh: S. 87-88, Fig. 4 E, G
1997 *Jagolucina?* *psephenata* – Darragh: S. 104, Fig. 12 A, H

Material: 2 Exemplare (115, BA 2)

Beschreibung: Umriss suboval (subcircular bis oval), etwas länger als hoch, Wirbel prosogyr. Anterodorsalrand gerade, Lunula ausgebildet. Posterodorsalrand ebenfalls gerade. Übergang von den Dorsalrändern in den anterioren und posterioren Rand sehr gleichmäßig. Anterior, ventral und posterior konvexe Ränder, die zusammen einen halbkreisförmigen Um-

riss bilden. Skulpturierung aus gleichmäßigen, engständigen, feinen komarginalen Rippen. Das Schloss ist am vorhandenen Material nicht zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
115	11,3	13,2	0,86
BA 2	5,0	5,7	0,88

Diskussion: Darragh (1997: S. 104, Fig. 12 A, H) beschrieb *Jagolucina? psephenata* aus dem Paleozän der Pebble Point Formation von Victoria, Australien. Diese stimmt in Größe, Umriss und Skulpturierung mit dem Material aus dem Neuquén Becken überein. Lediglich der Verlauf der Rippen im dorsalen Bereich zeigt geringe Unterschiede. Dennoch wird das vorliegende Material *Jagolucina psephenata* zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG B: BJB B+2 - BJB B+6

OP: OP 18 - OP 35

PBDB: Thanetium

Sepkoski: Danium - Eozän

Paläobiogeographie:

Jagolucina: Treatise: Europa

PBDB: Australien

J. psephenata: Australien (Darragh 1997)

„Heterodonta“ sp. L

Tafel 8, Fig. 14

Material: 1 Exemplar (348)

Beschreibung: Ovaler Umriss, geringe Konvexität, Wirbel prosogyr. Posterodorsal konvex, anterodorsal schwach konkav. Fließende Übergänge von den Dorsalrändern in die konvexen Lateralränder und von diesen in den schwach konvexen Ventralrand. Skulptur aus unregelmäßigen, zum Ventralrand wulstiger werdenden komarginalen Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
348	9,0	11,5	0,78

Diskussion: Da von diesem Taxon nur ein einziger Steinkern vorliegt ist eine genaue Einordnung nicht möglich. Aufgrund der entfernten Ähnlichkeit zu *Pteromyrtea* sp. und damit den Lucinidae wird dieses Taxon mit dem Arbeitsnamen „Heterodonta L“ bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium
SM: SM 1

Überfamilie Carditoidea Fleming 1820

4.1.7.2. Familie Carditidae Fleming 1828

Unterfamilie Venericardiinae Chavan 1969

Gattung *Venericardia* Lamarck 1801

Typusart: *Venericardia imbricata* Lamarck 1801 (= *Venus imbricata* Gmelin 1791) (SD Schmidt 1818)

Untergattung *Pacificor* Verastegui 1953

Typusart (OD): *V. (P.) mulleri* Verastegui 1953

***Venericardia (Pacificor) iheringi* (Böhm 1903)**

Tafel 8, Fig. 15, Tafel 9, Fig. 1-2

- 1891 *Cardita morganiana* Rathbun – Behrendsen: S. 419
- 1902 *Cardita morganiana* Rathbun – Burckhardt: S. 216, Taf. 4, Fig. 1-7
- 1903 *Cardita iheringi* – Böhm: S. 72
- 1903 *Cardita palaeopatagonica* sp. nov. – Ihering: Taf.2, Fig. 12; S. 215
- 1907 *Venericardia iheringi* (Böhm) var. *boehmi* – Ihering: S. 23, Taf. 3, Fig. 12
- 1907 *Venericardia palaeopatagonica* – Ihering: S. 47
- 1937 *Venericardia palaeopatagonica* Ihering – Feruglio: S. 232, Taf. 23, Fig. 28-29
- 1994 *Venericardia iheringi* (Böhm) – Casadio: S. 206-213, Taf. 55, Fig. 6-16

Material: 18 Exemplare (110-114, 236, 335, 336, BA 139-141, BA 160, BA 223-228)

Beschreibung: Gleichklappig, inequilateral, gerundet trigonaler Umriß, prosogyr. Posterodorsaler Rand kurz und konkav, anterodorsaler Rand leicht konvex. Posterior, ventral und anterior gleichmäßig gerundet. Sowohl zwischen Posterodorsalrand und posterioem Rand als auch zwischen Anterodorsalrand und anteriorem Rand findet sich ein stumpfer Winkel.

Komplette Schale mit 21-31 radiären, ungeteilten Hauptrippen, die vor allem ventral deutlich nach anterior gerichtet sind. Die Radiärrippen bestehen aus drei Nebenrippen, wobei

die mittlere am stärksten ausgebildet ist. Im Adultstadium vor allem median zunehmende Verflachung der Rippen, wobei sich das durch die drei Nebenrippen hervorgerufene abgestufte, dreieckige Profil verliert. Die Stärke und der Abstand der Hauptrippen ist gleichmäßig. U-förmige Rippenzwischenräume mit jeweils einem zentral gelegenen, feinen, radiären Streifen.

Dichte komarginale Anwachsstreifung, zum Teil mit schuppig-knotigen Verdickungen auf den Radiärrippen. Deutlich crenulierter innerer Schalenrand. Schloss der linken Klappe mit einem kurzen Zahn unter dem Wirbel und 2 langen parallelen Zähnen posterior des Wirbels.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
110	31,1	35,0	0,89	
111	18,7	21,4	0,87	
113	32,7	>32,4	<1,01	
114	8,3	9,2	0,90	
236	7,2	7,5	0,96	
395	7,5	7,8	0,96	
396	6,7	7,0	0,96	
BA 223	21,0	24,0	0,88	17,0
BA 141	56,0	55,0	1,02	
BA 160	18,0	17,0	1,06	

Diskussion: Petersen beschrieb *Venericardia feruglioi* (1946: S. 126-129, Taf. 10, Fig. 3-5) vom mittleren Río Chubut, die sich durch ihre breiteren Radiärrippen vom vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken und der Chubut Provinz unterscheidet. *Venericardia* (*Venericor*) *carrerensis* Griffin (1991: S. 132-133, Taf. Fig. 6, 5-7) aus dem Eozän der Río Turbio Formation von Südarгентinien (südwestliche Santa Cruz Provinz) besitzt ebenfalls wesentlich breitere Radiärrippen und ist wesentlich größer als das hier beschriebene Material. Die von Darragh (1994: S. 93-94, Taf. 6, Fig. E-F, I-L) aus dem Paleozän der Pebble Point Formation von Victoria (Australien) beschriebene *Venericardia* (*Rotundicardia*) *petraea* unterscheidet sich vor allem durch die wesentlich geringere Größe und schmalere Rippen vom Material aus Neuquén und Chubut. Finlay & Marwick (1937: S. 26-27, Taf. 3, Fig. 2, 4-5) beschrieben aus der paleozänen Wangaloan Fauna von Neuseeland *Venericardia fyfei*, die aber in der Radiärberippung deutliche Unterschiede zur hier beschriebenen Spezies aus Neuquén und Chubut aufweist.

Ihering (1907) beschrieb einige *Venericardia*-Arten aus dem Unter-Miozän der Patagonischen Formation. *Venericardia camaronesia* (S. 285, Taf. 10, Fig. 69) besitzt weniger stark nach anterior gebogene Rippen und ist deutlich kleiner als die vorliegende Art. Auch *Venericardia sulcolumularis* (S. 285-286, Taf. 10, Fig. 70) ist im Vergleich mit dem Neuquén- und Chubut-Material wesentlich kleiner und weist zudem eine geringere Rippenzahl (15) auf. *Venericardia cannada* (S. 287, Taf. 10, Fig. 71) zeigt tiefe, schmale Rippenzwischenräume, was sie neben der ebenfalls geringeren Größe deutlich von der oben beschriebenen Spezies unterscheidet. *Venericardia patagonica* Sowerby aus dem Unter-Miozän der Patagonischen

Formation (Ihering 1907: S. 283-284, Taf. 10, Fig. 67) besitzt keine aus drei Nebenrippen bestehenden Radiärrippen.

Ihering (1903: S. 215, Taf. 2, Fig. 12) beschrieb *Venericardia palaeopatagonica* vom Rio Chico der Chubut Provinz (Taf. 2, Fig. 12; S. 215), die, wie das vorliegende Material der Jagüel und Lefipán Formation, Hauptrippen aus drei Nebenrippen besitzt. Auch die Rippenzahl von 20-22 Hauptrippen stimmt gut mit der oben beschriebenen Spezies überein. Daher kann das vorliegende Material *Venericardia palaeopatagonica* (Ihering 1903) zugeordnet werden. Es handelt sich dabei um ein jüngeres Synonym von *Venericardia iheringi* (Böhm 1903: S. 72), wie Casadío (1994: S. 210-211) darlegte. Aufgrund der zunächst aus drei Nebenrippen bestehenden Hauptrippen, die im Alter zunehmend flacher werden, wird diese Spezies der Untergattung *Pacificor* zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 7 - BJB 22 (Danium)
BJG B: BJB B+1 - BJB B+6 (Danium)
OP: OP 23 - OP 35 (Danium)
HU: HU 27 - HU 40 (Danium)
HUR: HUR 13 - HUR 14 (Maastrichtium - Danium)
SM: SM 50 - SM 68 (Maastrichtium - Danium)

PBDB:	<i>Venericardia</i> : Valanginium - Pliozän	<i>Pacificor</i> : Eozän
Sepkoski:	<i>Venericardia</i> : Albium - rezent	<i>Pacificor</i> : Maastrichtium - Eozän

Paläobiogeographie:

<i>Venericardia</i> :	Treatise:	Nordamerika, Europa
	PBDB:	kosmopolitisch ohne Antarktis

<i>Pacificor</i> :	Treatise:	Nordamerika, Europa
--------------------	-----------	---------------------

<i>V. (P.) iheringi</i> :	Argentinien (Chubut, Neuquén, La Pampa, Río Negro und Mendoza) (Casadío 1994)
---------------------------	---

Carditoidea indet. sp. A

Tafel 9, Fig. 3-4

Material: 2 Exemplare (BA 163-164)

Beschreibung: Umriss subtrigonal-suboval, starke Schalenwölbung. Prominenter Wirbel weit anterior gelegen, prosogyr. Anterodorsalrand konkav, Posterodorsalrand schwach konvex. Anterior, posterior und ventral konvexe Ränder, die fließend ineinander übergehen.

Posterodorsalrand geht in einem gerundeten stumpfen Winkel in den Posteriorrand über. Crenulierter ventraler Schalenrand.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 163	30,5	33,0	0,92
BA 164	33,5	39,5	0,85

Diskussion: Beim vorliegenden Material handelt es sich möglicherweise um einen Vertreter der Carditoidea, worauf der crenulierte Rand und die anderen Charakteristika hinweisen. Aufgrund der schlechten Erhaltung bleibt die Zugehörigkeit zu dieser Überfamilie etwas unsicher.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HUR: HUR 6

Überfamilie Crassatelloidea Ferussac 1822

4.1.7.3. Familie Astartidae d 'Orbigny 1844

Unterfamilie Astartinae d 'Orbigny 1844

Gattung *Nicaniella* Chavan 1945

Typusart (OD): *Astarte communis* Zittel & Goubert 1861

***Nicaniella* sp.**

Tafel 9, Fig. 5

Material: 1 rechte Klappe (BA 42)

Beschreibung: Klein, Umriss subtrigonal bis subcircular, Wirbel prosogyr. Posterodorsalrand gerade, Anterodorsalrand schwach konkav. Lateralränder und Ventralrand konvex. Übergang von den Dorsalrändern in die Lateralränder in gerundetem stumpfen Winkel. Skulptur aus markanten, weitständigen, komarginalen Rippen, die von feinen Anwachslamellen überlagert werden.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 42	2,5	2,5	1,0

Diskussion: *Nicaniella* sp. ist kleiner als *Disparilia* sp. und besitzt keine Carina, die vom Wirbel zum Posteroventralrand zieht.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJG 15

OP: OP 25

PBDB: Hettangium - Albium

Sepkoski: Toarcium - Thanetium

Paläobiogeographie:

Treatise: Europa, Asien

PBDB: keine Vorkommen von Campanium bis Danium

Gattung *Astarte* Sowerby 1816

Typusart (OD): *Venus scotica* Maton & Rackett 1807 (= *Pectunculus sulcatus* Da Costa, 1778, var. *scotica* Maton & Rackett 1807)

***Astarte venatorum* Wilckens 1905**

Tafel 9, Fig. 6-7

1905 *Astarte venatorum* – Wilckens: S. 41-42, Taf. 6, Fig. 7

Material: 1 Exemplar (158)

Beschreibung: Linke Klappe mit dreieckig-gerundetem Umriss und mittlerer Konvexität. Wirbel prosogyr. Anterodorsalrand anfangs konkav, dann aber recht schnell Übergang in konvexen Anteriorrand. Dieser geht fließend in den konvexen Ventralrand über. Der Übergang von diesem in den Posterior- und Posterodorsalrand ist ebenfalls annähernd fließend. Posterior- und Posterodorsalrand bilden einen einheitlich konvexen Bogen. Die Skulptur besteht aus kräftigen komarginalen Rippen. Direkt unter dem Wirbel ist ein großer Kardinalzahn zu erkennen. Leider ist dieser Bereich sehr schlecht erhalten.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
158	15	16	0,94

Diskussion: Wilckens (1905: S. 41-42, Taf. 6, Fig. 7) beschrieb *Astarte venatorum* von Cerro Cazador aus der argentinischen Santa Cruz Provinz. Diese ist größer als das vorliegende Exemplar aus der Lefipán Formation der Chubut Provinz und besaß ein etwas größeres Höhen-Längen-Verhältnis. Die bestehenden Unterschiede sind aber nicht so groß, als dass sie nicht durch innerartliche Varianz erklärt werden könnten.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 31

PBDB: Ordovizium - rezent

Sepkoski: Hettangium - rezent

Paläobiogeographie:

Astarte: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

A. venatorum: Argentinien (Wilckens 1905)

Unterfamilie Eriphyliinae Chavan 1952

Gattung *Eriphyla* Gabb 1867

Typusart (OD): *Eriphyla umbonata* Gabb 1864

***Eriphyla meridiana* Woods 1917**

Tafel 9, Fig. 8-13

1905 *Cytherea rothi* – Wilckens: S. 45-46, Taf. 8, Fig. 4-5

1917 *Astarte (Eriphyla) meridiana* sp. nov. – Woods: S. 28-29, Taf. 15, Fig. 2-7

1937 *Cytherea rothi* Wilckens – Feruglio: S. 200, Taf. 21, Fig. 8-9

1994 *Eriphyla* s.s. *meridiana* Woods, 1917 – Stilwell: Taf. 19, Fig. 1-10, 13, 16-18

Material: 16 Exemplare (144-147, 166, BA 132-133, BA 214-222)

Beschreibung: Subcircularer Umriss, deutliche Konvexität. Wirbel prosogyr. Anterodorsal schwach konkav, posterodorsal konvex. Übergang von Anterodorsal- in Anteriorrand

gleichmäßig. Anterior, ventral und posterior konvex. Der Übergang vom Posterodorsalrand in den Posteriorrand ist fließend. Posterior fällt die Schale steiler zum Lateralrand ab als anterior. Skulptur aus komarginalen, engständigen und regelmäßigen, feinen Rippen.

Schloss der linken Klappe mit zwei Cardinalzähnen unter dem Wirbel und zwei posterioren Lateralzähnen. Schloss der rechten Klappe ebenfalls mit zwei medianen Cardinalzähnen, posterior ist ein Lateralzahn erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
144	31	31,5	0,98	
145	27	28,5	0,95	
146	39	41	0,95	
147	28,0	26,5	1,06	
BA 132	21,5	20,0	1,08	
BA 214	39,0	38,5	1,01	
BA 217	33,5	32,5	1,03	20,5 (AV)
BA 218	33,5	32,0	1,05	
BA 219	31,0	33,0	0,94	

Diskussion: *Aphrodina (Tikia) wilckensi* Woods (1917: S. 31, Taf. 15, Fig. 8; Taf. 16, Fig. 10-11; Taf. 17, Fig. 1-3) aus der Ober-Kreide von Neuseeland (siehe Stilwell 1994: Taf. 25, Fig. 2, 7, 9, 12-18; Taf. 26, Fig. 1, 4-5) ist etwas stärker inequilateral als das vorliegende Material aus dem Maastrichtium der Lefipán Formation. Einen sehr ähnlichen Umriss und ähnliche Skulptur besitzt *Cyclorismina woodsi* Marwick (1927: S. 624-625, Taf. 49, Fig. 185-187) aus dem Oberen Senon von Neuseeland (siehe Stilwell 1994: Taf. 26, Fig. 3, 6-7, 9-17). Jedoch hat diese eine dünnere Schale als das hier vorliegende Material aus der Chubut und der Neuquén Provinz.

Die größte Übereinstimmung in Umriss, Skulptur und Größe zum vorliegenden Material findet sich bei *Eriphyla meridiana* Woods (1917: S. 28-29, Taf. 15, Fig. 2-7), die auch von Stilwell (1994: Taf. 19, Fig. 1-10, 13, 16-18) aus der Obersten Kreide von Neuseeland beschrieben wurde. ? *Dozyia lenticularis* (Goldfuss 1840), die ebenfalls aus der Obersten Kreide von Neuseeland bekannt ist (Woods 1917: S. 29, Taf. 15, Fig. 9-10; Stilwell 1994: Taf. 19, Fig. 11-12, 14-15, 19), ist etwas ungleichseitiger als *Eriphyla meridiana*. *Eriphyla agrioensis* Weaver (1931: S. 335-336, Taf. 40, Fig. 252-253) aus dem Barremium und Aptium der Agrio Formation der Neuquén Provinz ist deutlich gröber berippt. Wilckens (1910: S. 51-53, Taf. 3, Fig. 3) beschrieb *Eriphyla drygalskiana* aus dem Obersenon (Maastrichtium?) von Snow Hill und Seymour Island (Antarktis). Diese ist jedoch deutlich asymmetrischer gebaut als *Eriphyla meridiana*. Ichikawa & Maeda (1963: S. 114-118, Taf. 8, Fig. 1-11) beschrieben *Eriphyla japonica* (Campanium - Maastrichtium) und *Eriphyla elegans* (Maastrichtium) aus der Izumi Group von Japan. Sie unterscheiden sich vor allem in der geringeren Größe vom Material aus der Chubut und Neuquen Provinz, doch Ichikawa & Maeda äußerten sich dahingehend, dass es sich bei *E. japonica* um eine Unterart von *E. meridiana* Woods 1917 handeln könne. Das Material aus dem Maastrichtium der Lefipán und der Roca Formation wird *Eriphyla meridia-*

na Woods 1917 zugeordnet, was auch durch die gute Übereinstimmung des Schlosses mit den Abbildungen von Stilwell (1994: Taf. 19, Fig. 1, 3, 9) bestätigt wird.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

HU: HU 6 - HU 12 (Maastrichtium)

HUR: HUR 5 - HUR 6 (Maastrichtium)

SM: SM 22 - SM 68 (Maastrichtium - Danium), SR KT 40 (Danium)

LF: LF 2 - LF 6 (Maastrichtium)

PBDB: Bajocium - Maastrichtium

Sepkoski: Bajocium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Eriphyla: Treatise: Nordamerika, Europa, Asien

PBDB: Asien

Neuseeland, Antarktis (Woods 1917)

E. meridiana: Neuseeland (Woods 1917, Stilwell 1994)

Gattung *Disparilia* Chavan 1953

Typusart (OD): *Astarte disparilis* D'Orbigny 1843

***Disparilia* sp.**

Tafel 9, Fig. 14-16

Material: 9 Exemplare (108-109, 135-136, BA 40-41, BA 134-136)

Beschreibung: Inequilateral, dreieckig subovaler Umriss, Wirbel prosogyr. Posterodorsaler Rand gerade, anterodorsaler Rand leicht konkav. Anterodorsal- und Anteriorrand bilden einen gerundeten, stumpfen Winkel, wobei der Übergang fließend ist. Der Übergang von Posterodorsal- zu Posteriorrand ist etwas abrupt, dort findet sich ein stumpfer Winkel. Am Übergang vom Posterior- zu Ventralrand ist ebenfalls ein stumpfer Winkel ausgebildet. Vom Wirbel zieht ein Rücken (Carina) in posteroventraler Richtung zum posterioren Ende des Ventralrandes. Skulptur aus regelmäßigen, breiten, komarginalen Rippen, die von Anwachs-lamellen überlagert werden.

Schloss ist als Abdruck zum Teil erkennbar. Rechte Klappe mit einem zentralen, dreieckigen und einem schmalen posterioren Kardinalzahn. Schloss der linken Klappe mit einem zentralen, schmalen, dreieckigen und einem sehr schmalen posterioren Kardinalzahn.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
109	4,6	6,1	0,75	BA 40	6,0	6,0	1,0
135	15,4	20,3	0,76	BA 41	8,0	9,0	0,89
136	15,0	20,3	0,74	BA 136	4,0	3,5	1,14

Diskussion: Die von Wilckens (1905: S. 41-42, Taf. 6, Fig. 7) beschriebene *Astarte venatorum* ist deutlich größer, im Verhältnis etwas kürzer und besitzt einen kleineren Umbonalwinkel als die vorliegende Astartide aus dem Neuquén Becken. *Astarte griesbachi* Woods (1906: S. 300-301; Taf. 35, Fig. 18-19) aus dem Campanium von Pondoland, östliches Südafrika, besitzt zwar eine sehr ähnliche Skulpturierung, der Übergang vom Anterodorsal- zum Anteriorrand bei *Disparilia* sp. ist jedoch deutlich fließender. Philippi (1887: S. 121, Taf. 17, Fig. 1) beschrieb *Venus medinae* aus dem Tertiär von Lebu, Chile. Diese besitzt jedoch einen kürzeren Posteriorrand als *Disparilia* sp. aus dem Neuquén Becken. Aufgrund der großen Ähnlichkeit mit der Typusart *Disparilia disparilis* (D'Orbigny 1843) wird das vorliegende Material als *Disparilia* sp. bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 38 - BJB 16 (Maastrichtium - Danium)

BJG B: BJB B+2 - BJB B+5 (Danium)

OP: OP 17 - OP 35 (Danium)

HU: HU 1 - HU 34 (Maastrichtium - Danium)

HUR: HUR 6a - HUR 11 (Maastrichtium)

HU Road: HU Road 1 (Maastrichtium)

PBDB: keine Vorkommen

Sepkoski: Neokom - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Treatise: Nordafrika, Libanon

Überfamilie Cardioidea Lamarck 1809

4.1.7.4. Familie Lahilliidae Finlay & Marwick 1937

Gattung *Lahillia* Cossmann 1899

Typusart: *Amathusia angulata* Philippi 1887 (SD Finlay & Marwick 1937)

***Lahillia luisa* (Wilckens 1905)**

Tafel 9, Fig. 17

- 1905 *Amathusia luisa* n. sp. – Wilckens: S. 42-45, Taf. 8, Fig. 1-3
1910 *Lahillia luisa* (Wilckens) – Wilckens: S. 58-63, Taf. 3, Fig. 4-7, 11
1924 *Lahillia* cf. *luisa* (Wilckens) – Wilckens: S. 539, Taf. 54, Fig. 1-4
1936 *Lahillia luisa* (Wilckens) – Feruglio: S. 115, Taf. 14, Fig. 2-3
1990 *Lahillia* (*Lahilleona*) sp. – Olivero et al.: S. 132, Taf. 1, Fig. 1-3
1994 *Lahillia* cf. *L. luisa* (Wilckens, 1905) – Casadio: S. 215, Taf. 57, Fig. 2-5

Material: 5 Exemplare (349, 429-430, BA 137-138)

Beschreibung: Gleichklappig, nahezu gleichseitig, Umriss queroval bis subtrigonal, hohe Konvexität. Eingedrehter Wirbel zentral, leicht prosogyr. Ventralrand gleichmäßig gerundet, anterodorsaler Rand leicht konkav, posterodorsaler Rand gerade. Schale dick, mit komarginalen, etwas unregelmäßigen Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
349	43,5	46,5	0,94
429	48,4	54,5	0,89
430	47,5	54,0	0,88
BA 137	58,0	59,5	0,97
BA 138	57,8	63,3	0,91

Diskussion: Das vorliegende Material aus den Provinzen Neuquén und Chubut stimmt mit der von Wilckens (1905: S. 42-45, Taf. 8, Fig. 1-3) beschriebenen *Amathusia luisa* aus dem Senon der Santa Cruz Provinz überein und wird daher als *Lahillia luisa* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 2 - HU 11

HUR: HUR 6

SM: SM 5 - SM 20

QT: QT 1

PBDB: Santonium - Miozän

Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Lahillia: Treatise: Südamerika, Australien, Neuseeland, Antarktis
PBDB: Südamerika, Antarktis, Neuseeland
Australien (Stilwell 2003)

L. luisa: Südamerika (Santa Cruz, La Pampa, Neuquén, Chubut), Antarktis, Neuseeland (Maastrichtium – Danium)

Cardioidea indet. sp. A

Tafel 10, Fig. 1-2

Material: 1 Exemplar (152)

Beschreibung: Linke Klappe, Umriss queroval, Wirbel prosogyr. Konvexer Ventralrand, Lateralränder ebenfalls konvex mit gleichmäßigen Übergängen in die Dorsalränder und in den Ventralrand.

Median mit 16 radiären Rippen, die leicht nach anterior gebogen und etwas schmaler als die Rippenzwischenräume sind. Lateral Anwachsstreifung. Anterior ist eine schwache Carina vorhanden, die vom oberen Bereich des Anteriorrands in Richtung Wirbel verläuft.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
152	ca. 11	ca. 15	ca. 0,73

Diskussion: Da sich bei zahlreichen Vertretern der Cardioidea die Berippung im posterioren Bereich von der Berippung der restlichen Schale unterscheidet und sich beim vorliegenden Material die Berippung zu den Lateralrändern ebenfalls ändert, handelt es sich möglicherweise um einen Vertreter dieser Überfamilie.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 7 - SM 13

M 2: M 2f

4.1.7.5. Familie Cardiidae Lamarck 1809

Cardiidae indet. sp. A

Tafel 9, Fig. 18

Material: 4 Exemplare (201, 337-338, 342)

Beschreibung: Klein, suborbicularer Umriss, Konvexität moderat. Größere Exemplare sind proportional länger (besitzen ein kleineres Höhen-Längen-Verhältnis). Vom Wirbel zieht eine deutliche Carina zum posteroventralen Rand. Anterodorsal-, Anterior- und Ventralrand bilden einen konvexen Bogen. Der Übergang vom Ventralrand in den schwach konvexen Posteriorrand erfolgt in einem stumpfen Winkel. Posteriorrand und gerader bis schwach konvexer Posterodorsalrand werden von einem gerundeten stumpfen Winkel voneinander abgegrenzt. Skulptur ist keine erkennbar. Schloss der rechten Klappe mit zwei Kardinalzähnen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
201	9,0	11,0	0,82
337	3,4	3,5	0,97
338	3,8	3,8	1,00
342	6,3	7,3	0,86

Diskussion: Aufgrund der deutlichen Carina besteht eine große Ähnlichkeit zu *Bicorbula* sp. Das vorliegende Material besitzt jedoch einen rundlicheren Umriss und die Schale fällt zum Anteriorrand nicht so stark ab wie bei *Bicorbula* sp.. Das Vorhandensein einer Umbonalcarina spricht für die Zugehörigkeit zur Familie Cardiidae. Da das Material aus der Chubut Provinz nur in Form von Steinkernen vorliegt und leider keine Skulptur erhalten ist, ist eine nähere Zuordnung leider nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 4b - SM 35

Cardiidae indet. sp. B

Tafel 10, Fig. 3

Material: 3 Exemplare (BA 29-31)

Beschreibung: Klein (bis ca. 4 mm), Umriss rund, Konvexität deutlich. Wirbel überragt den Dorsalrand deutlich. Lateralränder bilden mit Ventralrand einen einheitlichen konvexen Bogen. Lateralränder gehen in gerundetem stumpfen Winkel in die Dorsalränder über. Schale fällt zu den Lateralrändern steil ab, steil abfallende Bereiche sind vom medianen Bereich durch Carini getrennt. Skulptur aus engständigen Radiärrippen und komarginalen Anwachs-lamellen. Schalenrand crenuliert.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 29	2,6	2,6	1,0

Diskussion: Aufgrund der fragmentarischen Steinkernerhaltung ohne Schlossreste ist selbst die generische Zuordnung nicht sicher möglich. Es könnte sich um einen juvenilen Vertreter der Familie Cardiidae Lamarck, 1809 handeln.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 25 - OP 32

Cardiidae indet. sp. C

Tafel 10, Fig. 4

Material: 1 Exemplar (BA 161)

Beschreibung: Suborbicularer Umriss, Wirbel prosogyr. Anterodorsalrand schwach konkav, Posterodorsalrand schwach konvex. Anterior-, Posterior- und Ventralrand gleichmäßig konvex. Fließende Übergänge von den Dorsalrändern in die Lateralränder. Crenulierter Schalenrand, Crenulation deutet auf über 50 Radiärrippen hin.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 161	41,0	42,0	0,98

Diskussion: Der Schalenumriss und der crenulierte Rand, der auf zahlreiche Radiärrippen hinweist, sprechen für eine Zugehörigkeit zu den Cardioidea. Wahrscheinlich handelt es sich um einen Vertreter der Familie Cardiidae (Unterfamilie Cardiinae). Aufgrund der schlechten Erhaltung ist jedoch eine genauere Zuordnung nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 15

HUR: HUR 5

„Heterodonta globosa“

Tafel 10, Fig. 5

Material: 1 Exemplar (BA 45)

Beschreibung: Rechte Klappe, Umriss oval, posterior verlängert, prominenter Wirbel orthogyr. Anterior und im Wirbelbereich starke Konvexität. Dorsalränder und Ventralrand schwach konvex, Lateralränder konvex. Übergänge zwischen den Rändern fließend. Skulptur aus feinen, komarginalen Anwachslamellen, die in der Nähe des Ventralrands etwas wulstig sind (Einschnürungen).

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 45	14,0	19,0	0,74

Diskussion: Das vorliegende Exemplar konnte keinem der identifizierten Taxa zugeordnet werden. Daher erhält es den vorläufigen Arbeitsnamen *Heterodonta globosa*.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG B: BJG B+1 - BJG B+5

Überfamilie Tellinoidea de Blainville 1814

4.1.7.6. Familie Tellinidae de Blainville 1814

Unterfamilie Tellininae de Blainville 1814

Gattung *Linearia* Conrad 1860

Typusart (MT): *Linearia metastriata* Conrad 1860

Untergattung *Linearia* Conrad 1860

Typusart (MT): *Linearia metastriata* Conrad 1860

***Linearia* (*Linearia*) cf. *semicostata* (Roemer 1841)**

Tafel 10, Fig. 6-7

cf. 1841 *Psammobia semicostata* sp. nov. – Roemer: S. 74, Taf. 9, Fig. 21

cf. 1939 *Tellina* (*Linearia*) *semicostata* Roemer – Dacqué: S. 160-161, Taf. 7, Fig. 28

Material: 5 Exemplare (153-154, 419, BA 152-153)

Beschreibung: Querovaler Umriss, nahezu gleichseitig. Relativ geringe Konvexität, Wirbel subzentral. Dorsalränder gerade bis schwach konvex. Fließende Übergänge von den Dorsalrändern in die konvexen Lateralränder und von diesen in den ebenfalls konvexen Ventralrand. Skulptur aus komarginalen, feinen Rippen, die regelmäßige Abstände aufweisen. Die Rippenzwischenräume sind deutlich breiter als die komarginalen Rippen. Die komarginalen Rippen werden von radiären Rippen gekreuzt. Diese sind anterior und posterior wesentlich stärker ausgeprägt als median, wobei sie an einer Seite (wahrscheinlich posterior) etwas stärker hervortreten.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
419	5,6	11,3	0,49
BA 152	25,0	36,8 (FR)	
BA 153	32,0	46,0	0,70

Diskussion: Die ähnlich skulpturierte Gattung *Fimbria* (Familie Fimbriidae Nicol, 1950, Überfamilie Lucinoidea) unterscheidet sich durch den stärker prosogyren Wirbel und die größere Ungleichseitigkeit. Woods (1907: S. 175-177, Taf. 27, Fig. 10-13) beschrieb *Tellina* (*Linearia*) *subtenuistriata* D'Orbigny (1850: S. 159) aus dem Oberen Grünsand (Aptium-Albium) von Blackdown (England). Diese unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch den abgestutzten Posteriorrand und die auf den posterioren und anterioren Bereich beschränkten Radiärrippen. Auch ist *L. subtenuistriata* im Vergleich zum vorliegenden Material wesentlich enger komarginal berippt. Die von Stephenson (1923: S. 330-331, Taf. 84, Fig. 6-8) aus dem Campanium der Peedee Formation von North Carolina beschriebene *Linearia magnoliensis* ist komarginal gröber berippt als das Material aus der Chubut und der Neuquén Provinz. Des Weiteren sind auch bei dieser die Radiärrippen auf den posterioren und anterioren Rand beschränkt. *Linearia metastrata* Conrad (1860: S. 279, Taf. 46, Fig. 7) wurde von Stephenson (1923: S. 329-330, Taf. 84, Fig. 1-5) aus dem Turonium - Campanium von Nordamerika beschrieben. Diese war jedoch wesentlich engständiger komarginal berippt als das Material aus Patagonien. Eine dem vorliegenden Material sehr ähnliche Form ist *Tellina* (*Linearia*) *semicostata* Roemer (1841: S. 74, Taf. 9, Fig. 21), die von Dacqué (1939: S. 160-161, Taf. 7, Fig. 28) aus dem Glaukonitmergel des Mittelturonium vom Winzerberg bei Regensburg beschrieben wurde. Diese stimmt im Umriss und der Ausbildung der Radiärrippen sehr gut mit dem Material aus der von Neuquén und Chubut überein, das daher als *Linearia* (*Linearia*) cf. *semicostata* (Roemer) bezeichnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJB 27b

HU: HU 7 - HU 15

HUR: HUR 6 - HUR 11

HU Road: HU Road 1

SM: SM 1 - SM 14

PBDB: Aptium - Maastrichtium

Sepkoski: Hauterivium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Linearia: Treatise: Europa, Nordamerika, Afrika

PBDB: Europa, Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika

L. (L.) semicostata: Mitteleuropa (Dacqué 1939)

***Linearia* (*Linearia*) sp.**

Tafel 10, Fig. 8-9

Material: 8 Exemplare (325, 420, 460, BA 46, BA 63-66)

Beschreibung: Umriss verlängert oval (elliptisch), inequilateral, posterior verlängert. Konvexität moderat. Posterodorsalrand gerade, Anterodorsalrand gerade bis schwach konvex. Übergang vom Posterodorsalrand in den geraden bis schwach konvexen Posteriorrand abrupt, in stumpfen Winkel etwas größer als 90°. Übergang vom Posteriorrand in den Ventralrand in gerundetem Winkel nahe 90°. Ventralrand gerade bis schwach konvex. Übergänge in konvexen Anteriorrand fließend. Vom Wirbel zieht eine deutliche Carina zum posterioren Ende des Ventralrandes. Hinter dieser Carina ist die Schalenwölbung sehr gering.

Skulptur aus breiten, komarginalen Rippen, die an der Carina im rechten Winkel in Richtung Dorsalrand abknicken, und Radiärrippen. Diese Radiärrippen sind auf der gesamten Schalenoberfläche in gleicher Intensität vorhanden. Auf Steinkernen sind die radiären Rippen posterior der Carina am deutlichsten ausgeprägt.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
325	10,0	18,5 (FR)	
420	5,0	9,6	0,52
460	9,3	18,7	0,50
BA 63	8,5	22,5	0,38
BA 64	10,0	23,0	0,43

Diskussion: Umriss, geringe Schalenwölbung und Skulpturierung sprechen für eine Zugehörigkeit zur Gattung *Linearia*. Von *Linearia* (*Linearia*) cf. *semicostata* unterscheidet sich das vorliegende Material durch die deutlich engständigere komarginale Berippung und die vom Wirbel zum Posteroventralrand ziehende Carina.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG:	BJG 30
HU:	HU 7 – HU 14
HUR:	HUR 6 - HUR 11
SM:	SM 1 - SM 22-
PBDB:	Aptium - Maastrichtium
Sepkoski:	Hauterivium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

<i>Linearia</i> :	Treatise:	Europa, Nordamerika, Afrika
	PBDB:	Europa, Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika

Gattung *Solyma* Conrad 1870

Typusart (MT): *Solyma lineolatum* Conrad 1870

***Solyma levis* Stephenson 1923**

Tafel 10, Fig. 11-12

1923 *Solyma levis* – Stephenson: S. 331- 332, Taf. 82, Fig. 1-3

Material: 18 Exemplare (148-151, 159, 165, 421-427, BA 147-149, BA 249-250)

Beschreibung: Querovaler Umriss, nahezu equilateral. Posterior minimal länger als anterior. Geringe Konvexität. Wirbel subzentral gelegen und schwach ausgebildet. Umbonalwinkel sehr stumpf (ca. 150-160°). Vom Wirbel zieht ein schwacher Umbonalrücken zum posteroventralen Schalenende. Posterodorsal- und Anteriordorsalrand gerade bis schwach konvex. Übergänge von den Dorsalrändern in die Lateralränder fließend. Anterior- und Posteriorrand gleichmäßig konvex gerundet. Diese gehen fließend in den gleichmäßig schwach konvexen Ventralrand über. Skulptur aus feinen Anwachslamellen. Schloss mit einem kleinen, bifiden Cardinalzahn.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _p /L
148	16,5	31	0,53	ca. 16	ca. 0,52
149	18	36	0,5	ca. 19	ca. 0,53
150	15,5	26,5	0,58		
159	28,0	51,3	0,55		
421	14,5	23,3	0,62		
422	13,4	24,2	0,55		
423	11,3	18,7	0,60		
424	8,0	14,1	0,57		
425	8,5	15,1	0,56		
426	8,5	15,0	0,57		
427	11,8	21,5	0,55		
BA 147	14,5	26,0	0,56		
BA 148	9,5	17,5	0,54		
BA 249	23,5	44,5	0,53		

Diskussion: Das Vorhandensein eines Umbonalrückens und die kleinen, bifiden Cardinalzähne sprechen für eine Zuordnung zur Gattung *Solyma*. Stilwell (1998: S. 60-61, Taf. 14, Fig. D-G) beschrieb *Solyma flemingae* aus der Ober-Kreide der Chatham Islands, Neuseeland. Diese unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch den deutlicher ausgeprägten Wirbel und den subquadratischen Umriss. *Solyma levis* Stephenson (1923: S. 331- 332, Taf. 82, Fig. 1-3) aus der Ober-Kreide von North Carolina besitzt einen sehr ähnlichen querovalen Umriss und ebenfalls nur feine Anwachslamellen. Das vorliegende Material wird daher als *Solyma levis* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 1 - HU 15

HUR: HUR 7

SM: SM 1 - SM 26, SM KT 1 - KT 2

M 2: M 2a
LF: LF 1 - LF 2

PBDB: Cenomanium - Maastrichtium
Sepkoski: Cenomanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Solyma: Treatise: Nordamerika
PBDB: Nordamerika, Neuseeland

S. levis: Nordamerika (Stephenson 1923)

4.1.7.7. Familie Solecurtidae d'Orbigny 1846

Unterfamilie Solecurtinae d'Orbigny 1846

Gattung *Protagelus* Tapaswi 1983

Typusart(OD): *Tagelus albertinus* d'Orbigny 1847

***Protagelus gratus* (Wilckens 1905)**

Tafel 10, Fig. 10

1905 *Solecurtus gratus* sp. nov. – Wilckens: S. 143, Taf. 9, Fig. 1

Material: 8 Exemplare (155-157, 428, BA 150-151, BA 247-248)

Beschreibung: Gleichklappig, stark inequilateral, geringe Konvexität (Schalenwölbung). Länglich querovaler Umriss, posterior deutlich verlängert, Schale posterior stark klaffend. Posterodorsalrand gerade, Anterodorsalrand gerade bis schwach konvex. Übergang in den Anteriorrand fließend. Übergang von Posterodorsal- zu Posteriorrand in abgerundetem, stumpfen Winkel. Dorsal- und Ventralrand verlaufen nahezu parallel. Anterior- und Posteriorrand konvex.

Skulptur aus komarginalen, teilweise etwas unregelmäßigen Fältchen. Posterior treten radiäre, engständige Rippen mit stellenweise unregelmäßigem Verlauf auf. Diese sind ventral nur am posterioren Rand erkennbar, dorsal reichen sie weiter nach median. Anterior sind diese Radiärrippen auf den dorsalen Bereich beschränkt. Schloss mit langen Lateralzähnen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
155	15	ca. 67,5	ca. 0,22
156	18	ca. 67,3	ca. 0,27
157	17	ca. 55,0	ca. 0,31
428	14,1	45,7	0,31
BA 150	45	14	0,31
BA 151	8	27,5	0,29
BA 247	20	> 79,5	< 0,25
BA 248	13,5	> 49	< 0,28

Diskussion: Wilckens (1905: S. 143, Taf. 9, Fig. 1) erwähnte bei der Beschreibung eines Steinkerns von *Solecurtus gratus* von Baguales (Santa Cruz Provinz) „radiale Linien“ am Vorderrand. Diese sind beim vorliegenden Material auch vorhanden. Aufgrund seiner Ähnlichkeit ist dieses Material der argentinischen Provinzen von Neuquén und Chubut *Protangelus gratus* (Wilckens 1905) zuzuordnen.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG 33 - BJG 25

HU: HU 9 . HU 12

HUR: HUR 6 - HUR 12

SM: SM 1 - SM 24

M 2: M 2a 2f

PBDB: Maastrichtium

Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Protangelus: PBDB: Südamerika, Afrika, Asien

P. gratus: Argentinien (Wilckens 1905)

4.1.7.8. Familie Tancrediidae Meek 1864

Tancrediidae indet. sp. A

Tafel 10, Fig. 13

Material: 1 Exemplar (341)

Beschreibung: Rechte Klappe, inequilateral, Umriss oval bis subelliptisch, anterior verlängert. Anterodorsalrand gerade, anterior unvollständig. Ventralrand schwach konvex, geht fließend in konvexen Posteriorrand über. Posterodorsalrand gerade. Vom Wirbel zieht eine

Carina zum Posteroventralrand. Posterior der Umbonalcarina verläuft ein weiterer schwächerer Rücken. Posterior dieses Rückens sind deutliche komarginale Rippen zu erkennen. Auf der Flanke sind feine Anwachsstreifen vorhanden. Zwei Kardinalzähne erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
341	4,0	6,6	0,61

Diskussion: Das Vorhandensein eines verlängerten anterioren Bereichs und einer posterioren Umbonalcarina deutet auf eine Zugehörigkeit zur Familie Tancrediidae. Auch die zwei Kardinalzähne sprechen für eine entsprechende Zuordnung.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

SM: SM 26 - SM 31

Überfamilie Arcticoidea Newton 1891

4.1.7.9. Familie Arctiidae Newton 1891

Gattung *Etea* Conrad 1875

Typusart (MT): *Etea carolinensis* Conrad 1875

***Etea* aff. *carolinensis* Conrad 1875**

Tafel 10, Fig. 14-15

aff. 1875 *Etea carolinensis* n. sp. – Conrad: S. 6, Taf. 1, Fig. 14

aff. 1923 *Etea carolinensis* Conrad – Stephenson: S. 264 – 266, Taf. 66, Fig. 9-12

Material: 5 Exemplare (BA 142-146)

Beschreibung: Inequilateral, querovaler bis subtrapezoider Umriss, posterior verlängert. Konvexität deutlich, prosogyrer Wirbel überragt den Dorsalrand deutlich. Posterodorsalrand annähernd gerade, geht in einem stumpfen Winkel in den schwach konvexen, abgestutzten Posteriorrand über. Anterodorsalrand konkav, geht fließend in den konvexen Anteriorrand über. Übergang vom Anteriorrand in den schwach konvexen, langen Ventralrand fließend. Übergang von Posterior- zu Ventralrand in einem Winkel nahe 90°. Markante Carina zieht vom Wirbel zum Posteroventralrand. Hinter der Carina fällt die Schale abrupt ab und bildet eine flache bis konkave Area. Skulptur aus komarginalen, sehr feinen Rippen auf der Area, Schale ansonsten nur mit komarginaler Streifung. Schloss nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 142	21,5	32,5	0,66
BA 143	19,0	33,0	0,58
BA 144	31,5	47,0	0,67

Diskussion: *Corbula truncata* Sowerby (1836: S. 240, 341, Taf. 16, Fig. 8) (siehe Woods 1908: S. 215, Taf. 34, Fig. 17-22) aus dem Oberen Grünsand (Aptium-Albium) von Blackdown ist im Vergleich zum vorliegenden Material aus der Sierra Huantraico und der Region von Paso del Sapo deutlich kleiner und besitzt einen kleineren Winkel am Übergang vom Ventral- zum Posteriorrand. *Corbula (Caryocorbula) betsyae* Marincovich (1993: S. 23, Taf. 13, Fig. 1-20; Taf. 14, Fig. 1-6) aus dem Danium der Prince Creek Formation von Nord-Alaska unterscheidet sich durch einen kürzeren Posteriorrand und ist ebenfalls deutlich kleiner. *Crassatella brandmayri* Griffin (1991: S. 133-134, Taf. 7, Fig. 1-3) aus der eozänen Río Turbio Formation der argentinischen Santa Cruz Provinz besitzt im Vergleich zum vorliegenden Material einen weiter anterior gelegenen Wirbel. Stilwell (1998: S. 60-61, Taf. 14, Fig. D-G) beschrieb *Solyma flemingae* n. sp. aus dem Maastrichtium der Chatham Islands, Neuseeland. Diese unterscheidet sich durch den zentraler gelegenen Wirbel und die posterior der Carina nicht so stark abfallende Schale von den Exemplaren aus dem Maastrichtium der Sierra Huantraico und von San Martín. *Etea carolinensis* Conrad (1875: S. 6, Taf. 1, Fig. 14) aus der Ober-Kreide (Coniacium - Campanium) von Nordamerika (North Carolina, Georgia, Alabama), die auch von Stephenson (1923: S. 264-266, Taf. 66, Fig. 9-12) aus North Carolina beschrieben wurde, ist der vorliegenden Spezies sehr ähnlich. Die markante Carina mit dahinter stark abfallender Schale ist bei *E. carolinensis* auch deutlich ausgebildet. Jedoch besitzt *E. carolinensis* einen etwas kürzeren Posteriorrand als das vorliegende Material. Daher wird das vorliegende Material als *Etea* cf. *carolinensis* Conrad bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 1 - HU 14

HUR: HUR B1 - HUR 7

SM: SM 8

PBDB: Turonium - Thanetium

Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Etea: Treatise: Nordamerika

PBDB: Nordamerika, Südamerika

E. carolinensis: Nordamerika (Conrad 1875)

Gattung *Roudairia* Munier-Chalmas 1881

Typusart (MT): *Roudairia drui* Munier-Chalmas 1881

***Roudairia pampaensis* Leanza & Hünicken 1970**

Tafel 11, Fig. 1

- 1970 *Roudairia pampaensis* sp. nov. – Leanza & Hünicken: Taf. 1, Fig. 1-7
1988 *Veniella pampaensis* (Leanza & Hünicken) – Riccardi: S. 49
1991 *Veniella pampaensis* (Leanza & Hünicken) – Casadío & Leanza: S. 30
1991 *Veniella pampaensis* (Leanza & Hünicken) – Leanza & Casadío: S. 27
1994 *Roudairia pampaensis* Leanza & Hünicken – Casadío: S. 219-223, Taf. 57, Fig. 6-7, Taf. 58, Fig. 1-3

Material: 1 Exemplar (BA 304)

Beschreibung: Gleichklappig, stark inequilateral, subtrigonaler Umriss, hohe Konvexität. Wirbel prominent und stark prosogyr. Deutlich ausgebildete Carina zieht vom Wirbel zum posterioren Ende des Ventralrandes. Posterior der Carina fällt die Schale gerade zum Lateralrand ab. Posterodorsal- und Posteriorrand bilden einen einheitlichen konvexen Bogen. Übergang in den konvexen Ventralrand in gerundetem, stumpfen Winkel. Der Übergang vom Ventralrand in den Anteriorrand ist fließend. Anteriorrand ventral konvex, darüber mit konkavem Bogen. Skulptur ist auf dem Steinkern keine erkennbar. Schloss ebenfalls nicht erhalten.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 304	106,0	110,0	0,96

Diskussion: *Veniella drui* Munier-Chalmas (1881: S. 76, Taf. 4, Fig. 1-7; Taf. 5, Fig. 1) aus dem Campanium von Pondoland, östliches Südafrika, (Rennie 1930: S. 191-192, Taf. 21, Fig. 5-9) stimmt in ihrem Umriss gut mit dem vorliegenden Exemplar von Huantraico überein, das jedoch deutlich größer ist. *Veniella etheridgei* Newton (1909: S. 69, Taf. 7, Fig. 5-6) von Zululand, östliches Südafrika (Rennie 1930: S. 242-243, Taf. 31, Fig. 1-3), besitzt im Vergleich zum Exemplar aus dem Neuquén Becken eine steiler abfallende Schale hinter der Carina. Eine sehr ähnliche Spezies ist *Roudaireia* (*Veniella*?) *forbesiana* Stoliczka aus der Ober-Kreide von Afrika (Tunesien, Algerien, Angola, Madagaskar; siehe Basse 1932: S. 45, Taf. 7, Fig. 11a-b). Der Ventralrand des vorliegenden Materials ist jedoch gerundeter als bei *R. forbesiana* und der Winkel zwischen Posteriorrand und Ventralrand ist größer. *Roudairia pampaensis* Leanza & Hünicken (1970: Taf. 1, Fig. 1-7) aus dem Maastrichtium der Provinzen La Pampa und Mendoza (Casadío 1994: S. 219-223, Taf. 57, Fig. 6-7, Taf. 58, Fig. 1-3) und von Patagonien und Chile (Riccardi 1988: S. 49) ist eine weitere dem Material von Huantraico und Bajada del Jagüel sehr ähnliche Spezies, die auch einen sehr ähnlichen Winkel am Übergang von Ventralrand und Posteriorrand besaß. Die Unterschiede in der Ausbildung

des Ventralrandes sind höchstwahrscheinlich auf die schlechte Erhaltung des vorliegenden Exemplars zurückzuführen. Daher wird selbiges als *Roudairia* cf. *pampaensis* Leanza & Hünicken bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG 28

HU: HU 11

PBDB: Turonium - Maastrichtium

Sepkoski: Cenomanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Roudairia: Treatise: Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika

PBDB: keine Vorkommen in Campanium – Maastrichtium
Südamerika, Afrika (Casadío 1994)

R. pampaensis: Argentinien (Casadío 1994: S. 219 – 223)

Überfamilie Corbiculoidea Gray 1847

4.1.7.10. Familie Corbiculidae Gray 1847

Gattung *Corbicula* Megerle von Mühlfeld 1811

Typusart (OD): *Tellina fluminalis* Müller 1774

***Corbicula pehuenchensis* (Doello Jurado 1927)**

Tafel 11, Fig. 2-5

1927 *Corbicula pehuenchensis* – Doello Jurado: S. 409-410, Taf. 8, Fig. 53-54, Taf. 9, Fig. 57-58

1984 *Neocorbicula pehuenchensis* (Doello Jurado) – Mancenido & Damborenea: S. 437-438, Taf. 4, Fig. 15, 17-21

Material: 35 Exemplare (186-199, 434-446, BA 239-246)

Beschreibung: Umriss suborbicular bis orbicular, gleichklappig, etwas inequilateral. Wirbel schwach prosogyr, Schalenwölbung moderat. Anterodorsalrand gerade, Posterodorsalrand schwach konvex, fließende Übergänge in Lateralränder und Ventralrand. Escutcheon und Lunula scharfkantig abgegrenzt. Skulptur aus feinen, regelmäßigen, komarginalen Rippen.

Schloss mit langen, geriefelten Lateralzähnen. Rechte Klappe mit zwei kurzen Kardinalzähnen unter dem Wirbel. Kardinalzähne der linken Klappe schmaler als die der rechten Klappe.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
186	13,5	14,5	0,93	9,0 (AV)
187	14,5	15,5	0,94	
188	12,5	12,5	1,00	
189	10,5	11,0	0,95	
190	16,5	18,5	0,89	9,5 (AV)
191	15,0	15,5	0,97	8,0 (AV)
192	13,0	14,5	0,90	6,5 (AV)
193	9,5	10,5	0,90	5,0 (AV)
195	14,0	16,0	0,88	
196	9,7	10,5	0,92	
197	9,5	11,0	0,86	
198	6,5	7,5	0,87	
199	12,0	13,0	0,92	
434	14,6	15,4	0,95	
435	15,1	17,5	0,86	
436	14,0	16,0	0,88	
437	11,7	14,8	0,79	
438	4,4	5,1	0,86	
439	11,4	12,4	0,92	
440	3,3	3,7	0,89	
441	13,5	15,6	0,87	
442	14,0	14,6	0,96	
443	12,8	13,9	0,92	
444	12,3	13,4	0,92	
445	13,0	14,4	0,90	
446	11,8	12,2	0,97	
BA 241	15,5	16,5	0,94	9,0 (AV)
BA 242	10,0	11,5	0,87	5,0 (AV)

Diskussion: Die langen geriefelten Lateralzähne sprechen für eine Zugehörigkeit zur Familie Corbiculidae. *Neocorbicula dinosauriorum* Doello Jurado (1927: S. 409, Taf. 8, Fig. 52), die aus der kontinentalen Ober-Kreide der Rio Negro Provinz beschrieben wurde, ist kräftiger berippt und deutlicher inequilateral als das vorliegende Material aus der Chubut Provinz. Dieses entspricht in seinem Umriss, der feinen komarginalen Berippung und dem Schloss *Neocorbicula pehuenchensis* Doello Jurado (1927: S. 409-410, Taf. 8, Fig. 53-54, Taf. 9, Fig. 57-58), die ebenfalls aus der kontinentalen Ober-Kreide von Rio Negro beschrieben wurde.

Neocorbicula (Fischer 1887) unterscheidet sich von *Corbicula* durch das Vorhandensein eines deutlichen Pallialsinus (Parodiz & Hennings 1965: S. 73). Auf dem vorliegenden Material ist keine Mantellinie erkennbar. Parodiz & Hennings ordnen die rezenten Vertreter der Corbiculidae, die geriefelte Lateralzähne besitzen, zur Gattung *Neocorbicula*. Einen Pallialsin-

nus konnten sie aber auch nicht beobachten. Daher wird das vorliegende Material hier als *Corbicula pehuenchensis* bezeichnet, die sichere generische Zuordnung ist jedoch fraglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

SM: SM 19 - SM 60, SM KT 8 - KT 14, SR KT 4 - KT 7

PBDB: Hettangium - rezent

Sepkoski: Campanium - rezent

Paläobiogeographie:

Corbicula: Treatise: kosmopolitisch

PBDB: Nordamerika, Mexiko, Neuseeland, Europa, Afrika, Asien

C. pehuenchensis: Rio Negro Provinz (Doello Jurado 1927: S. 409-410)

Überfamilie Veneroidea Rafinesque 1815

4.1.7.11. Familie Veneridae Rafinesque 1815

Unterfamilie Meretricinae Gray 1847

Gattung *Meretrix* Lamarck 1799

Typusart (T): *Venus meretrix* Linné 1758 (= *Cytherea* Lamarck 1805)

***Meretrix chalconica* (Ihering 1903)**

Tafel 11, Fig. 6-9

1903 *Cytherea chalconica* sp. n. – Ihering: S. 216, Taf. 2, Fig. 18

1937 *Meretrix chalconica* Ihering – Feruglio: S. 235-237, Taf. XXIV, Fig. 5-13

Material: 16 Exemplare (178-180, 184-185, 200, 431-433, BA 229-235)

Beschreibung: Gleichklappig, inequilateral, mit gerundet dreieckigem Umriss. Wirbel deutlich prosogyr. Posteriorrand lang und schwach konvex, Ventralrand gleichmäßig konvex, Anteriorrand gerade bis schwach konkav. Skulptur aus feinen, komarginalen Rippen und feinen Anwachslineen. Die Stärke der Rippen ist etwas unregelmäßig bzw. sind diese in unregelmäßigen Abständen verdickt.

In beiden Klappen finden sich jeweils drei Cardinalzähne. In der rechten Klappe befindet sich ein gerader Zahn direkt unter dem Wirbel (1), posterior findet sich ein größerer, gebogener Zahn (3b), anterior ein kleinerer (3a), der ventral etwas nach anterior geneigt ist. Anterior

und posterior mit jeweils einem Lateralzahn. In der linken Klappe findet sich posterior des Wirbels ein großer Zahn (2b), anterior des Wirbels befinden sich ein kleinerer (2a) und ein größerer Zahn (4a). Posterior mit langem Lateralzahn.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
178	28,5	26,0	1,10	8,0
179	28,5	26,5	1,08	9,0
180	28,0	26,5	1,06	
185	25,4	23,3	1,09	14,6 (AV)
200	18,5	18,0	1,03	
431	12,3	12,4	0,99	
432	22,6	24,4	0,93	
433	19,0	22,2	0,86	12,4 (AV)
BA 229	27,0	27,0	1,0	
BA 230	29,5	29,0	1,02	
BA 232	24,5	26,5	0,92	
BA 233	29,0	31,0	0,94	
BA 235	20,5	25,0	0,82	

Diskussion: Die von Ihering (1903: Taf. 2, Fig 18) abgebildete *Cytherea chalconica* zeigt die gleiche Bezahnung wie das vorliegende Material aus der Lefipán Formation der Chubut Provinz. Wie aus den Abbildungen bei Feruglio hervorgeht, ist das Höhen-Längen-Verhältnis recht variabel (1937: S. 235-237, Taf. XXIV, Fig. 5-13), was sich auch am vorliegenden Material erkennen lässt.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

SM: SM 31 - SM 68 (Danium), SM KT 2 (Maastrichtium)

PBDB: Cenomanium - Pliozän

Sepkoski: Eozän - rezent

Paläobiogeographie:

Meretrix: Treatise: Indik

PBDB: Nordamerika, Südamerika, Afrika

M. chalconica: Salamanca Formation und Lefipán Formation, Chubut Provinz

Unterfamilie Pitarinae Stewart 1930

Gattung *Aphrodina* Conrad 1869

Typusart (OD): *Meretrix tippiana* Conrad 1858

***Aphrodina burckhardti* (Ihering 1907)**

Tafel 11, Fig. 10-12

- 1902 *Dosinia brasiliensis* White – Burckhardt: S. 10, Taf. 4, Fig. 8-12
1903 *Dosinia* aff. *brasiliensis* White – Ihering: S. 206
1907 *Dosinia burckhardti* Ihering – Ihering: S. 26
1922 *Dosinia burckhardti* Ihering – Schiller: S. 265
1935 *Dosinia* sp. – Feruglio: S. 73-74, Taf. 3, Fig. 1
1937 *Dosinia* sp. – Feruglio: S. 234-235, Taf. 23, Fig. 30
1946 *Venus* cf. *venatorum* Wilckens – Petersen: S. 120, Taf. 10, Fig. 6-7
1990 *Aphrodina* sp. – Medina et al.: S. 140, Taf. 1, Fig. 6
1992 *Dosinia burckhardti* Ihering – Camacho: S. 37, Tab. 1
1994 *Aphrodina burckhardti* (Ihering 1907) – Casadío 1994: S. 224-226, Taf. 58, Fig. 4-7

Material: 7 Exemplare (116-119, 402-403, 410)

Beschreibung: Umriss trigonal-suboval, deutlich prosogyr, geringe Konvexität. Posterodorsaler Rand gleichmäßig konvex, gerundeter Übergang in Ventralrand. Dieser ist ebenfalls konvex, posterior etwas stärker als median. Anterodorsaler Rand leicht konkav, kürzer als posterodorsaler Rand. Übergang zum anterioren Rand in gerundetem stumpfen Winkel. Skulptur aus engständigen, feinen, komarginalen Rippen, wobei die Berippung durch in ihrer Stärke variierende Rippen am Ventralrand unregelmäßiger wird. Das Schloss ist am vorliegenden Material nicht zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
116	42,8	42,4	1,01	402	20,0	21,5	0,93
117	39,6	ca. 45,0	ca. 0,88	403	17,8	20,0	0,89
118	36,5	39,0	0,94	410	12,0	14,0	0,86
119	28,3	ca. 29,5	ca. 0,96				

Diskussion: Das vorliegende Material aus dem Danium der Jagüel und der Lefipán Formation stimmt in Umriss und Skulpturierung sehr gut mit *Aphrodina burckhardti* Ihering (1907: S. 26) aus der Roca Formation der Río Negro Chubut überein (Casadío 1994: S. 224-226, Taf. 58, Fig. 4-7). Der Vergleich mit dem Sammlungsmaterial der Universität La Pampa und des Museo de La Plata (*Dosinia brasiliensis*) zeigt ebenfalls große Übereinstimmung. Leider ist beim Material aus dem Neuquén und Cañadón Asfalto Becken das Schloss nicht erhalten, so dass die Zuordnung zu *A. burckhardti* alleine aufgrund äußerer Merkmale erfolgt. Darragh (1994: S. 97-98, Fig. 8, P-V) beschrieb *Dosinia* (*Dosinobia*) *saxatilis* aus der paleozänen Pebble Point Formation von Victoria (Australien). Diese unterscheidet sich jedoch vom

Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken durch die geringere Größe und durch den abrupteren Übergang vom posterodorsalen Rand in den Posterior- und in den Ventralrand. *Dozyia drygalskiana* (Wilckens), die aus dem Maastrichtium von Seymour Island (Antarktische Halbinsel) bekannt ist (Zinsmeister & Macellari 1988: S. 276, Fig. 14.1-4), ist weitständiger berippt und im Umriss besser gerundet als das vorliegende Material. Die größte Ähnlichkeit mit diesem besitzt *Dosinia* sp., die von Feruglio (1935: S. 73-74, Taf. 3, Fig. 1) aus der Salamanca Formation von Comodoro Rivadavia beschrieben wurde. Wie das vorliegende Material wird diese *Aphrodina burckhardti* (Ihering) zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJJ 14

OP: OP 3 - OP 1

SM: SM 33 - SM 43

PBDB: Valanginium - Mittel-Eozän

Sepkoski: Albium - Ober-Eozän

Paläobiogeographie:

Aphrodina: Treatise: Nordamerika, Südamerika, Afrika, Europa, Neuseeland

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

A. burckhardti: Argentinien

Untergattung *Tikia* Marwick 1927

Typusart (OD): *Callista thomsoni* Woods 1917

***Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni* (Woods 1917)**

Tafel 11, Fig. 13-14

cf. 1917 *Callista (Callistina) thomsoni* n. sp. – Woods: S. 32, Taf. 17, Fig. 4-6

cf. 1927 *Callistina (Tikia) thomsoni* (Woods) – Marwick: S. 595, Taf. 40, Fig. 55-56

cf. 1994 *Aphrodina (Tikia) thomsoni* (Woods) – Stilwell: Taf. 24, Fig. 9-10, Taf. 25, Fig. 1, 3-6, 8, 10-11

Material: 10 Exemplare (397-401, BA 127-129, BA 158-159)

Beschreibung: Runder bis trigonal-subovaler Umriss, inequilateral. Mittlere Konvexität, höchste Konvexität posterior des Wirbels. Wirbel deutlich prosogyr. Posterodorsalrand und Posteriorrand bilden einen einheitlichen, schwach konvexen Bogen mit einem relativ schnellen, gerundeten Übergang in den ebenfalls konvexen Ventralrand. Anterodorsalrand konkav, geht fließend in den stark konvexen Anteriorrand über. Auch der Übergang von letzterem in

den Ventralrand ist fließend. Skulptur aus komarginalen, teilweise in ihrer Stärke schwankenden Anwachslamellen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
397	9,5	10,6	0,89	BA 127	33,5	36,5	0,92
398	20,5	ca. 21,0	ca. 0,98	BA 128	39,0	40,5	0,96
399	11,3	13,5	0,84	BA 158	18,5	23,0	0,80
400	14,3	17,4	0,82	BA 159	9,6	12,5	0,77
401	8,2	10,5	0,78				

Diskussion: Die von Woods (1917: S. 32, Taf. 17, Fig. 4-6) beschriebene *Callista (Callistina) thomsoni* aus der Ober-Kreide von Neuseeland stimmt sehr gut mit dem vorliegenden Material aus den Provinzen von Neuquén und Chubut überein. Sie besitzt jedoch ein etwas kleineres Höhen-Längen-Verhältnis. Die Skulpturierung ist erhaltungsbedingt beim vorliegenden Material feiner. *Aphrodina burckhardti* unterscheidet sich durch die geringere Schalenwölbung von diesem Taxon, das als *Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni* bezeichnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 1 - HU 22

HUR: HUR 5 - HUR 13

HU Road: HU Road 1 - HU Road 5

SM: SM 50 - SM 26, SM KT 2

PBDB: *Aphrodina*: Valanginium - Mittel-Eozän

Tikia: Maastrichtium

Sepkoski: *Aphrodina*: Albium - Ober-Eozän

Tikia: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Aphrodina: Treatise: Nordamerika, Südamerika, Afrika, Europa, Neuseeland

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

Tikia: Treatise: Neuseeland

PBDB: Neuseeland

A. (T.) thomsoni: Neuseeland (Woods 1917, Stilwell 1994)

***Aphrodina (Tikia) wilckensi* (Woods 1917)**

Tafel 11, Fig. 15-17

1917 *Callista (Callistina) wilckensi* sp. nov. – Woods: S. 31, Taf. 15, Fig. 8, Taf. 16, Fig. 10-11, Taf. 17, Fig. 1-3

1994 *Aphrodina (Tikia) wilckensi* (Woods) – Stilwell: Taf. 25, Fig. 2, 7, 9, 12-17, Taf. 26, Fig. 1, 4-5

1998 *Aphrodina (Tikia) wilckensi* (Woods) – Stilwell: S. 62, Taf. 15, Fig. A-E

Material: 19 Exemplare (124-129, 131-132, 404-409, BA 43-44, BA 130-131, BA 236)

Beschreibung: Umriss suboval, etwas länger als hoch, Wirbel prosogyr. Posterodorsalrand länger als anterodorsaler Rand. Posterodorsaler Rand gerade bis schwach konvex. Anterodorsalrand schwach konkav. Posterior, anterior und ventral gleichmäßig konvex. Fließender bis gerundet-stumpfer Übergang vom Posterodorsalrand in den Posteriorrand. Skulpturierung aus flachen, breiten, komarginalen Rippen, die durch schmale Furchen getrennt sind. In Richtung des Ventralrandes wird die Rippenstärke teilweise etwas unregelmäßig.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
124	5,6	6,5	0,86	406	7,5	7,8	0,96
125	6,5	7,3	0,89	407	7,3	7,6	0,96
126	5,6	7,6	0,74	408	4,4	4,5	0,98
127	4,5	5,6	0,80	409	2,4	2,5	0,96
128	5,5	7,0	0,79	BA 43	7,0	7,5	0,93
132	10,3	10,5	0,98	BA 236	ca. 2,5	ca. 3,5	0,71
404	10,0	12,0	0,83	BA 130	9,5	10,5	0,90
405	5,3	6,0	0,88	BA 131	2,3	3,2	0,72

Diskussion: Woods (1917: S. 31, Taf. 15, Fig. 8, Taf. 16, Fig. 10-11; Taf. 17, Fig. 1-3) beschrieb *Callista* (*Callistina*) *wilckensi* aus dem Obersenon von Neuseeland (Amuri Group, Calcareous Conglomerate). Sie stimmt in Umriss und Berippung mit dem Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken überein, ist jedoch deutlich größer. Das vorliegende Material wird dennoch zu dieser Art gestellt, die jedoch von Stilwell (1994, 1998) *Aphrodina* (*Tikia*) zugeordnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJB 38 - BJB 17 (Maastrichtium - Danium)

BJG B: BJB B+1 - BJB B+6 (Danium)

OP: OP 18 - OP 29 (Danium)

HU: HU 7 - HU 20 (Maastrichtium)

HUR: HUR 13 (Maastrichtium)

SM: SM 32 - SM 67 (Danium)

PBDB: *Aphrodina*: Valanginium - Mittel-Eozän *Tikia*: Maastrichtium

Sepkoski: *Aphrodina*: Albium - Ober-Eozän *Tikia*: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Aphrodina: Treatise: Nordamerika, Südamerika, Afrika, Europa, Neuseeland
PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

Tikia: Treatise: Neuseeland
PBDB: Neuseeland

A. (T.) wilckensi: Neuseeland

Gattung *Mesocallista*

Typusart (OD): *Meretrix andersoni* Newton 1909

***Mesocallista* aff. *solitaria* (Stoliczka 1871)**

Tafel 12, Fig. 1-3

aff. 1871 *Cytherea (Callista?) solitaria* Stoliczka – Stoliczka: S. 172, Taf. 5, Fig. 10
1936 *Cytherea (?)* aff. *solitaria* Stoliczka – Feruglio: S. 123-124, Taf. 13, Fig. 13-15

Material: 17 Exemplare (122, 160-163, 411-418, BA 154-157)

Beschreibung: Umriss schiefoval, mittlere Schalenwölbung (Konvexität), Wirbel prosogyr. Anterodorsalrand konkav und deutlich kürzer als Posterodorsalrand. Konvexer Posterodorsalrand, bildet mit Posteriorrand einen einheitlichen Bogen bis zum konvexen Ventralrand. Der Übergang zu diesem ist fließend, ebenso wie der Übergang vom Anterodorsalrand zum deutlich konvexen Anteriorrand. Skulptur aus feinen, komarginalen Rippen, die in regelmäßigen Abständen zueinander stehen und schmaler als die Rippenzwischenräume sind.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
122	18,0	26,4	0,68	415	11,0	17,5	0,63
160	19,0	28,5	0,67	416	11,7	17,4	0,67
161	17,0	24,0	0,71	417	5,9	7,6	0,77
162	20,0	27,5	0,73	418	6,5	9,0	0,72
411	19,5	26,3	0,74	BA 154	12,0	17,0	0,71
412	12,6	19,0	0,66	BA 155	11,0	16,0	0,69
413	18,5	26,0	0,71	BA 156	14,5	22,5	0,64
414	15,0	23,0	0,65	BA 157	23,5	33,0	0,71

Diskussion: Aufgrund der äußeren Merkmale zeigt das vorliegende Material große Ähnlichkeit mit *Cytherea (?)* aff. *solitaria* Stoliczka 1871. Diese wurde von Feruglio (1936: S. 123-124; Taf. 13, Fig. 13-15) aus dem Senon von Calafate (südliche Santa Cruz Provinz) beschrieben und besitzt im Vergleich zum Material aus der Chubut und der Neuquén Provinz einen nahezu identischen Umriss und als Skulptur lediglich konzentrische Striae. Daher wird das vorliegende Material dieser Spezies zugeordnet, die allerdings der Gattung *Mesocallista* zuzuordnen ist.

Auch zu Vertretern von *Macrocallista* bestehen Ähnlichkeiten. *Macrocallista femii* Adegoke (1977: S. 286, Taf. 46, Fig. 1-8) aus der Ewekoro Formation Nigerias (Paleozän) unterscheidet sich durch einen längeren Anterodorsalrand und die geringere Größe vom Material aus Patagonien. Sehr ähnlich ist *Macrocallista lunulata* Adegoke (1977: S. 285-286, Taf. 45,

Fig. 23-27), ebenfalls aus dem Paleozän der Ewekoro Formation von Nigeria. Bei dieser ist die Lunula von einer Furche begrenzt, was beim vorliegenden Material nicht zu erkennen ist.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJK 25 - BJK 28
OP: OP 21
HU: HU 2 - HU 14
HUR: HUR 6 - HUR 10
HU Road: HU Road 1 - HU Road 4
SM: SM 1 - SM 26

PBDB: Albium - Maastrichtium
Sepkoski: Ober-Kreide - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Mesocallista: Treatise: Europa, Asien, Afrika, Südamerika
PBDB: Asien, Afrika, Europa, Südamerika

M. solitaria: Südindien (Stoliczka), Argentinien (Feruglio 1936)

„Heterodonta“ sp. G

Tafel 11, Fig. 18

Material: 2 Exemplare (120-121)

Beschreibung: Umriss elliptisch, posterior verlängert, Wirbel prosogyr. Anterodorsal- und Posterodorsalrand konvex. Posteriorer Abschnitt des Posterodorsalrands gerade und durch leichten Knick vom anterioren Posterodorsalrand getrennt. Anterior, ventral und posterior gleichmäßig konvex. Skulpturierung aus komarginalen, engständigen, durch schmale Furchen getrennte Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	L _p	L _a	L _p /L _a	L _p /L
120	20,5	30,4	0,67	19,7	10,7	1,84	0,65
121	21,0	32,5	0,65				

Diskussion: Das vorliegende Material ist in Umriss, Konvexität etc. ähnlich *Mesocallista* aff. *solitaria*. Diese besitzt jedoch feinere komarginale Rippen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 16 - OP 1

SM: SM 35 - SM 37

4.1.8. Ordnung Myoida Stoliczka 1870

Überfamilie Myoidea Lamarck 1809

4.1.8.1. Familie Corbulidae Lamarck 1818

Unterfamilie Corbulinae Gray 1823

Gattung *Bicorbula* Fischer 1887

Typusart (MT): *Corbula gallica* Lamarck 1801

***Bicorbula* sp.**

Tafel 12, Fig. 4-5

Material: 10 Exemplare (133, 333-336, 450-453, BA 238)

Beschreibung: Klein, subovaler Umriss, deutliche Konvexität, Wirbel liegt etwas vor der Schalenmitte. Vom Wirbel zum posteroventralen Schalenrand zieht eine deutliche Carina. Anterodorsaler und anteriorer Schalenrand bilden einen einheitlichen schwach konvexen Bogen. Der Übergang vom Anteriorrand in den schwach konvexen Ventralrand ist fließend. Der Posterodorsalrand ist gerade und geht in einem stumpfen Winkel in den konvexen Posteriorrand über. Der Übergang von diesem in den Ventralrand findet ebenfalls in einem stumpfen Winkel statt. Skulptur aus komarginalen Rippen, die vor allem in der Nähe des Ventralrands deutlich ausgebildet sind.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	Nr.	H	L	H/L
133	4,2	5,7	0,74	450	4,6	6,4	0,72
333	3,7	4,6	0,80	451	4,2	5,3	0,79
334	4,0	5,2	0,77	452	4,5	6,3	0,71
335	3,6	4,5	0,8	453	3,3	4,3	0,77
336	4,0	5,3	0,75	BA 238	4,0	6,0	0,67

Diskussion: Es besteht eine große Ähnlichkeit zwischen dem vorliegenden Material und der Gattung *Bicorbula* (Cox et al. 1969: S. 692, Fig. 154, 10a-e). Daher wird das vorliegende Material aus Patagonien als *Bicorbula* sp. bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 5 - BJG 21 (Danium)

SM: SM 23 - SM 65 (Maastrichtium - Danium)

PBDB: Maastrichtium - Ober-Miozän

Sepkoski: Maastrichtium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Asien, Afrika, Europa

PBDB: Asien, Afrika

Überfamilie Hiatelloidea Gray 1824

4.1.8.2. Familie: Hiatellidae Gray 1824

Gattung *Panopea* Menard de la Groye 1807

Typusart: *Panopea aldrovandi* Menard de la Groye 1807 (= *Mya glycimeris* Born 1778) (SD Children 1823)

Untergattung *Panopea*

***Panopea (Panopea) inferior* Wilckens 1905**

Tafel 12, Fig. 7-8

1905 *Panopea inferior* sp. nov. – Wilckens: S. 47 - 49, Taf. 9, Fig. 2

1921 *Panopea inferior* Wilckens – Wilckens: Taf. 3, Fig. 5-6

1931 *Panopea inferior* Wilckens – Weaver: S. 89

1991 *Panopea inferior* Wilckens – Casadío & Leanza: S. 30

1991 *Panopea inferior* Wilckens – Leanza & Casadío: S. 26

1994 *Panopea inferior* Wilckens – Casadío: S. 229-232, Taf. 58, Fig. 11-14, Taf. 59, Fig. 1-6

Material: 5 Exemplare (137-138, BA 118-120)

Beschreibung: Umriss queroval, gleichklappig, ungleichseitig, posterior deutlich verlängert. Deutlich konvex, maximale Schalenwölbung im Bereich des Wirbels. Unregelmäßige, wulstige, komarginale Berippung. Vom Wirbel ausgehend verläuft eine Furche in ventraler bis posteroventraler Richtung. Dort treffen die Rippen v-förmig aufeinander. Die Stärke dieses Vs wird ventral schwächer. Die Rippen sind in Bereich dieser Furche etwas abgeschwächt, teilweise auch unterbrochen oder auf der anderen Furchenseite geteilt. Die Berippung wird von feinen komarginalen Anwachslineen überlagert. Schloss ist nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L
BA 119	44,2	36,0 (FR)

Diskussion: Die typische Berippung unterscheidet die vorliegende Spezies von den anderen *Panopea*-Arten des Arbeitsgebietes. Aufgrund dieser Berippung der vorliegenden Exemplare können diese *Panopea inferior* Wilckens (1905: S. 47-49, Taf. 9, Fig. 2), die aus der Ober-Kreide der Santa Cruz Provinz beschrieben wurde, zugeordnet werden. Die von Wilckens (1910: 47-49, Taf. 2, Fig. 27) beschriebene *Goniomya hyriiformis*, die eine ähnliche Skulpturierung besitzt, zeigt den v-förmigen Knick in der Berippung bis zum Ventralrand. Des Weiteren ist der Winkel, in dem sich die Rippen treffen, bei *G. hyriiformis* deutlich spitzer, was sie ebenfalls von *Panopea inferior* unterscheidet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 8

HUR: HUR 6a - HUR 9

SM: SM 1 - SM 20

LF: LF 1

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Panopea: Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

P. inferior: Argentinien (Provinzen La Pampa, Santa Cruz, Río Negro, Mendoza) (Casadio 1994)

***Panopea (Panopea) hauthali* Wilckens 1905**

Tafel 12, Fig. 9

1905 *Panopea hauthali* n. sp. – Wilckens: S. 49, Taf. 9, Fig. 3

1936 *Panopea hauthali* Wilckens – Feruglio: S. 129, Taf. 15, Fig. 11

Material: 2 Exemplare (BA 117, BA 251)

Beschreibung: Stark inequilateral, querovaler Umriss, posterior deutlich verlängert. Konvexität moderat, Wirbel nicht stark ausgeprägt und eingerollt. Posterior klaffende Schalen. Posterodorsalrand in Wirbelnähe konkav, ansonsten gerade. Dorsal- und Ventralrand verlaufen über weiten Bereich parallel. Skulptur aus komarginalen Lamellen, die in ihrer Stärke etwas variieren.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 251	51,7	122,5	0,42

Diskussion: Das vorliegende Material ist identisch mit der von Wilckens (1905: S. 49, Taf.9, Fig. 3) beschriebenen *Panopea hauthali* aus der Ober-Kreide der Santa Cruz Provinz Südargentinien. *P. hauthali* unterscheidet sich vor allem durch den wenig prominenten Wirbel von den anderen aus den Arbeitsgebieten vorliegenden *Panopea*-Arten.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11

HUR: HUR 9

M 2: M 2e

LF: LF 1

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Panopea: Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

P. hauthali Argentinien

***Panopea (Panopea) cf. clausa* Wilckens 1910**

Tafel 12, Fig. 10-11

cf. 1910 *Panopea?* (*Pleuromya?*) *clausa* n. sp. – Wilckens: S. 68- 69, Taf. 3, Fig. 10a-b

cf. 1917 *Panopea clausa* Wilckens – Woods: S. 33, Taf. 17, Fig. 6a-c, 7

cf. 1984 *Panope (Panope) clausa* (Wilckens) – Macellari: S. 434-435, Taf. 31, Fig. 3-5

cf. 1994 *Panopea clausa* Wilckens – Stilwell: Taf. 27, Fig. 7, 9 -14

Material: 13 Exemplare (139-143, 447-449, BA 121-122, BA 252-254)

Beschreibung: Inequilateral, querovaler Umriss, posterior verlängert. Wirbel prosogyr, stark eingedreht. Mittlere Konvexität, größte Schalenwölbung etwas anterior des Wirbels. Von dort fällt die Schale langsam zum stark klaffenden posterioren Ende ab. Anterior schwach klaffende Schale. Gleichmäßiger Übergang vom konvexen Anteriorrand in den schwach konvexen, teilweise fast geraden Ventralrand. Posterior stumpf gerundet. Skulptur aus komarginalen, wulstigen Rippen, die in Wirbelnähe am deutlichsten ausgebildet sind. Das Schloss ist nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
139	37,0	59,0	0,63	26,0 (AV)
140	38,0	59,0	0,64	28,5 (AV)
141	37,0	56,0	0,66	27,5 (AV)
142	35,5	64,0	0,55	28,0 (AV)
143	32,5	61,5	0,53	31,0 (AV)
447	29,6	45,7	0,65	
448	20,3	40,7	0,50	
449	33,7	58,3	0,58	
BA 252	31,5	54,0	0,58	21,5 (AV)

Diskussion: Die von Wilckens (1910: S. 68-69, Taf. 3, Fig. 10a, b) aus der Ober-Kreide der Antarktis (Snow Hill, Seymour Island) beschriebene *Panopea?* (*Pleuromya?*) *clausa* stimmt in ihren Merkmalen sehr gut mit dem vorliegenden Material aus der Chubut und der Neuquén Provinz überein. Vor allem die wulstigen, komarginalen Rippen und die vom am stärksten gewölbten Bereich anterior des Wirbels kontinuierlich zum posterioren Ende abfallende Schale stimmen gut überein. Allerdings ist die von Wilckens beschriebene gerundete Kante, die vom Wirbel zum anteroventralen Bereich zieht, beim vorliegenden Material nur schwach ausgebildet. Daher ist die Zuordnung zu *P. clausa* Wilckens nicht zweifelsfrei möglich, weshalb das Material von Patagonien als *Panopea* (*Panopea*) cf. *clausa* bezeichnet wird.

Eine ähnliche Art ist *Panopea nucleus* Ihering (1899: S. 23, Taf. 1, Fig. 7) aus der Patagonischen Formation (Unter-Miozän) der Santa Cruz Provinz. Diese besitzt jedoch einen etwas zentraler gelegenen und weniger prosogyren Wirbel als das vorliegende Material.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 7 - HU 11

HUR: HUR 6a - HUR 12

SM: SM 2 - SM 26b

M 2: M 2a - M 2b

LF: LF 1 - LF 6

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Panopea: Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

P. clausa: Maastrichtium der Antarktis und Neuseeland (Wilckens 1910, Woods 1917)

***Panopea (Panopea) patagonica* Feruglio 1935**

Tafel 12, Fig. 14

1935 *Panopea patagonica* n. sp. – Feruglio: S. 74-75, Taf. 2, Fig. 15-17

1937 *Panopea patagonica* n. sp. – Feruglio: S. 238-239, Taf. 24, Fig. 18-20

Material: 2 Exemplare (BA 255-256)

Beschreibung: Klein, querovaler Umriss, schwach inequilateral, posterior nur wenig verlängert. Gerade bis schwach konvexe Dorsalränder, die fließend in die deutlich konvexen Lateralränder übergehen. Übergänge in den schwach konvexen Ventralrand ebenfalls fließend. Skulptur aus breiten, wulstigen, komarginalen Rippen, die von feinen Anwachs-lamellen überlagert werden. Schloss ist nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 255	17,0	24,5	0,69
BA 256	8,5	14,0	0,61

Diskussion: Von den anderen *Panopea*-Arten des Arbeitsgebietes unterscheidet sich das vorliegende Material durch seinen wenig verlängerten posterioren Bereich. Es entspricht der von Feruglio (1935: S. 74-75, Taf. 2, Fig. 15-17) beschriebenen *Panopea patagonica* aus dem Paleozän der Salamanca Formation von Punta Matalinares. Die recht geringe Größe, der wenig prominente Wirbel und die unregelmäßigen, wulstigen Rippen sprechen für die Zugehörigkeit zu *P. patagonica* Feruglio. Wilckens (1911: S. 20-21, Taf. 1, Fig. 21) beschrieb *Panopea nucleoides* aus dem Tertiär von Seymour Island, Antarktis. Diese unterscheidet sich von *P. patagonica* jedoch durch den stärker eingedrehten Wirbel und ist deutlich größer.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

SM: SM 26 - SM 58

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Panopea: Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

P. patagonica: Salamanca und Lefipán Formation, Argentinien

***Panopea (Panopea) cf. malvernensis* Woods 1917**

Tafel 13, Fig. 3

- cf. 1917 *Panopea malvernensis* - Woods: 1917: S. 33, Taf. 18, Fig. 8-9, Taf. 19, Fig. 1-2
cf. 1980 *Panopea malvernensis* Woods – Freneix: S. 116-117
cf. 1994 *Panopea malvernensis* Woods – Stilwell: S. 497-500, Taf. 27, Fig. 15-17, Taf. 28, Fig. 1-3, 5
cf. 1998 *Panopea malvernensis* Woods – Stilwell: S. 62-64, Fig. 15 F-J

Material: 1 Exemplar (345)

Beschreibung: Umriss oval, Konvexität gering. Posterodorsalrand gerade, Übergang zum schwach konvexen Posteriorrand abrupt in einem stumpfen Winkel. Anterodorsalrand konvex, fließender Übergang in konvexen Anteriorrand. Ventralrand weitgehend gerade. Posteroventral unvollständig. Skulptur aus komarginalen Rippen, die am Posteriorrand wulstig und breiter als auf der restlichen Schale sind.

Messungen :

Nr.	H	L	H/L
345	6,5	9,5	0,68

Diskussion: Wegen des abgestutzten Posteriorrands und der teilweise wulstigen, komarginalen Berippung wird dieses unvollständige Exemplar zu *Panopea* gestellt. Durch die geringe Konvexität und den stumpfen Posteriorrand besteht große Ähnlichkeit zu *Panopea malvernensis* aus der Ober-Kreide von Neuseeland (Woods: 1917: S. 33, Taf. 18, Fig. 8-9, Taf. 19, Fig. 1-2). Aufgrund der unvollständigen Erhaltung wird das vorliegende Exemplar als *Panopea cf. malvernensis* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 17

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Panopea: Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik
PBDB: kosmopolitisch

P. malvernensis: Neuseeland

Panopea (Panopea) sp. A

Tafel 12, Fig. 6

Material: 3 Exemplare (130, 352-353)

Beschreibung: Länger als hoch. Anteriorer (?) Rand gleichmäßig konvex. Ventralrand median gerade. Skulpturierung aus komarginalen, unregelmäßig starken, wulstartigen Rippen, die von feineren Anwachsstreifen überlagert werden. Skulpturierung wird anterior etwas schwächer.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
130	10,0	16,0	0,63
352	16,0	30,0	0,53
353	18,0	35,0	0,51

Diskussion: Das vorliegende Material lässt sich keiner der anderen aus den Arbeitsgebieten stammenden *Panopea*-Arten zuordnen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJB 3 - BJB 17

OP: OP 17 - OP 1

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

Panopea sp. C

Tafel 12, Fig. 12-13

Material: 2 doppelklappige Exemplare (BA 123, BA 257)

Beschreibung: Subtrigonaler Umriss, inequilateral, posterior etwas verlängert. Posterodorsalrand lang und gerade, Übergang in den konvexen Posteriorrand in einem gerundeten, stumpfen Winkel. Anterodorsalrand schwach konvex, geht fließend in den konvexen Anteriorrand über. Übergänge von den Lateralrändern in den konvexen Ventralrand ebenfalls fließend. Skulptur aus wulstigen, komarginalen Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
BA 123	30,0	34,5	0,87	
BA 257	30,5	39,0	0,78	19,5 (AV)

Diskussion: Von den anderen *Panopea*-Arten aus den Arbeitsgebieten differiert das vorliegende Material durch seinen subtrigonalen Umriss deutlich. Die von Chiesa & Camacho (2001: S. 311, Taf. 2, Fig. m-n) aus dem Eozän der Río Negro Provinz beschriebene *Panopea zinsmeisteri* unterscheidet sich durch einen gleichmäßigeren Übergang vom Posterodorsalrand in den Posteriorrand und durch den abgestutzteren Posteriorrand vom vorliegenden Material aus Chubut und Neuquén. *Panopea angusta* Feruglio (1937: S. 240-241, Taf. 24, Fig. 26) ist zwar ebenfalls recht wenig posterior verlängert, doch besitzt sie einen subquadratischen Umriss und einen weniger gerundeten Anteriorrand. Aufgrund der Ähnlichkeit zu genannten Vertretern der Gattung *Panopea* ist das vorliegende Material dieser Gattung zuzuordnen, eine artliche Zuordnung ist jedoch nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 8

M 2: M 2a

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

***Panopea* sp. D**

Tafel 13, Fig. 1-2

Material: 3 doppelklappige Exemplare (BA 258-260)

Beschreibung: Inequilateral, verlängert querovaler Umriss. Konvexität moderat, median mit nahezu gleichbleibender Schalenwölbung, Wirbel schwach prosogyr. Posterodorsalrand gerade, Anterodorsalrand schwach konvex. Übergänge von den Dorsalrändern zu den konvexen Lateralrändern fließend. Letztere gehen ebenfalls fließend in den schwach konvexen bis median geraden Ventralrand über. Schalen lateral schwach klaffend, posterior etwas stärker als anterior. Skulptur aus unregelmäßigen, komarginalen Rippen. Schloss nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L	K
BA 258	18,0	33,5	0,54	12,0 (AV)
BA 259	11,5	21,0	0,55	8,5 (AV)

Diskussion: Woods (1917: S. 33, Taf. 18, Fig. 8, 9, Taf. 19, Fig. 1-2) beschrieb *Panopea malvernensis* aus der Ober-Kreide von Neuseeland (Malvern Hills, South Island). Diese unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch einen deutlich stumpferen Posteriorrand und eine geringere Konvexität. *Panopea eightsi* Stilwell & Zinsmeister (1992: S. 89, Taf. 10, Fig. g-h) aus der eozänen La Meseta Formation von Seymour Island der Antarktischen Halbinsel besitzt im Gegensatz zum vorliegenden Material aus der Chubut Provinz einen weiter anterior gelegenen Wirbel und einen leicht konkaven Posterodorsalrand. *Panopea cuneiformis* Hupé (1854: S. 351, Taf. 3, Fig. 8) aus dem Maastrichtium von Chile (Stinnesbeck 1986: S. 184, Taf. 5, Fig. 8) ist posterior stärker verlängert als *P. sp. D*.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 65 – SM 68

PBDB: Tithonium - Pleistozän

Sepkoski: Trias – rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: Europa, Nordamerika, Südpazifik

PBDB: kosmopolitisch

„Heterodonta“ sp. P

Tafel 13, Fig. 4

Material: 2 Exemplare (343, 344)

Beschreibung: Ovaler Umriss, Konvexität deutlich. Prominenter Wirbel nahe der Schalenmitte. Dorsalränder nahe des Wirbels gerade bis schwach konkav. Fließende Übergänge in die konvexen Lateralränder, die ebenfalls fließend in den schwach konvexen Ventralrand übergehen. Skulptur aus komarginalen Rippen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
343	5,5	8,2	0,67
344	9,2	13,0	0,71

Diskussion: Aufgrund des prominenten, subzentralen Wirbels handelt es sich hierbei evtl. um einen Vertreter der Gattung *Panopea*.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 31 - SM 33

„Heterodonta“ sp. XY

Tafel 13, Fig. 9

Material: 1 Exemplar (328)

Beschreibung: Querveraler Umriss, Konvexität gering, Wirbel zentral gelegen. Dorsalränder konvex, fließende Übergänge in die konvexen Lateralränder, die ebenfalls fließend in den schwach konvexen Ventralrand übergehen. Skulptur aus wenigen flachen, breiten, komarginalen Rippen, die von feineren komarginalen Anwachsramellen überlagert werden. Vor allem im medianen Bereich treten schmale radiäre Rippen auf. Diese setzen sich bis zu den Lateralrändern fort.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
328	13,2	18,0	0,73

Diskussion: Die beobachteten Merkmale konnten keiner Gattung zugeordnet werden.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 5

Unterklasse Anomalodesmata Dall 1889

4.1.9. Ordnung Pholadomyoida Newell 1965

Überfamilie Pholadomyoidea Gray 1847

4.1.9.1. Familie Pholadomyidae Gray 1847

Gattung *Pholadomya* G. B. Sowerby 1823

Typusart: *Pholadomya candida* Sowerby 1823 (SD Gray, 1847)

Untergattung *Pholadomya* (*Pholadomya*) Rollier 1911

Typusart: *Lutraria ambigua* J. Sowerby 1819

***Pholadomya* sp.**

Tafel 13, Fig. 5

Material: 2 Exemplare (177, BA 116)

Beschreibung: Gleichklappig, stark inequilateral, länglich-ovaler Umriss. Posterior stark verlängert, vor allem bei größeren Exemplaren. Wirbel orthogyr. Stark konvex, größte Konvexität deutlich posterior des Wirbels. Posterodorsalrand konkav, Anterodorsalrand geht ohne Abgrenzung in Anteriorrand über, auch fließender Übergang in den Ventralrand. Posterior klaffend. Escutcheon und Lunula ohne Skulptur.

Skulptur aus deutlichen Radiärrippen, Rippenzwischenräume sind breiter als Rippen. Zwischen Hauptrippen finden sich zum Teil schwächere Rippen, die sich nicht bis zum Wirbel verfolgen lassen. Teilweise zweigen die schwächeren Radiärrippen von den Hauptrippen ab, zum Teil tauchen sie in einiger Entfernung zum Wirbel zwischen den Hauptrippen auf, ohne dass Verbindungen zu den Hauptrippen erkennbar sind. 25-35 Radiärrippen am Ventralrand. Anterior und Posterior wird der Abstand zwischen den Radiärrippen größer. Feine ko-marginale Anwachslineen.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
177	ca. 46	≥ 85	$\leq 0,54$
BA 116	21,5	32,0	0,67

Diskussion: Aus dem Maastrichtium der Roca Formation der Mendoza Provinz wurde von Parras (1999: S. 111-112, Taf. 8, Fig. 8) *Pholadomya*? sp. beschrieben. Diese ist in ihrem Umriss dem Material von Huantraico und San Martin sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch die geringere Anzahl der Radiärrippen (13-18). *Pholadomya gigantea* Sowerby (1836: S. 338, Taf. 14, Fig. 1) aus der Kreide Europas, die auch von Weaver (1931: S. 313-315, Taf. 36, Fig. 209-211) aus der Unterkreide Argentiniens beschrieben wurde, unterscheidet sich durch einen weniger deutlich ausgebildeten Wirbel, ein kleineres Höhen-Längen-Verhältnis und teilweise wellig verlaufende Radiärrippen vom vorliegenden Material. Stanton (1893: S. 116-117, Taf. 26, Fig. 2) beschrieb *Pholadomya coloradoensis* aus dem Turonium von Colorado (Pugnellus sandstone). Diese ist in ihrer Skulpturierung (25-28 Radiärrippen, die teilweise bifurkieren) und ihrem Umriss ($H/L = 0,63$ bei 46 mm Länge) dem vorliegenden Material sehr ähnlich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 8 - HU 18

HUR: HUR 6 - HUR 11

SM: SM 2 - SM 26

M 2: M 2b

PBDB: Rhätium - Pliozän

Sepkoski: Carnium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

Gattung *Deltamya* Burmeister 1914

Typusart (M): *D. jboehmi* Burmeister 1914

***Deltamya* sp.**

Tafel 13, Fig. 6

Material: 1 Exemplar (BA 303)

Beschreibung: Linke Klappe, querovaler Umriss, prosogyrer Wirbel wenig prominent. Übergang vom geraden Anterodorsal- in konvexen Anteriorrand in gerundetem stumpfen Winkel. Posterodorsalrand schwach konvex, Ventralrand ebenfalls schwach konvex. Posterior und ventral unvollständig. Skulptur aus komarginalen, breiten, wulstigen Rippen, die in Wirbelnähe nicht mehr zu erkennen sind. Posterior knicken die Rippen in einem gerundetem 90° Winkel in Richtung Dorsalrand um.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 303	18,0	ca. 29,0	0,62

Diskussion: Umriss und Skulptur des vorliegenden Exemplars stimmen mit *Deltamya*, die aus dem Maastrichtium Europas bekannt ist, gut überein (Cox et al. 1969: S. 832). Daher wird das vorliegende Exemplar dieser Gattung zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HUR: HUR 13

PBDB: Maastrichtium
Sepkoski: Maastrichtium

Paläobiogeographie:
Treatise: Europa
PBDB: Europa

Gattung *Pachymya* Sowerby 1826

Typusart (MT): *P. gigas* Sowerby 1826

***Pachymya* sp.**

Tafel 13, Fig. 7

Material: 2 Exemplare (350-351)

Beschreibung: Querovaler Umriss. Skulptur aus komarginalen Lamellen und feinen Tuberkeln, die in zahlreichen radiären Reihen angeordnet sind.

Messungen:

Nr.	H	L
350	15,5 (FR)	20,0 (FR)

Diskussion: Aufgrund der radiären Reihen mit feinen Tuberkeln, die auf den vorliegenden Abdrücken gut zu erkennen sind, könnte es sich beim vorliegenden Material um einen Vertreter der Gattung *Pachymya* handeln (Cox et al. 1969).

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium
SM: SM 3 - SM 26

PBDB: Norium - Maastrichtium
Sepkoski: Mittel-Trias - Maastrichtium

Paläobiogeographie:
Treatise: kosmopolitisch
PBDB: Europa

Überfamilie Poromyoidea Dall 1886

4.1.9.2. Familie Cuspidariidae Dall 1886

Gattung *Cuspidaria* Nardo 1840

Typusart (MT): *C. typus* (= *Tellina cuspidata* Olivi 1792)

***Cuspidaria* sp.**

Tafel 13, Fig. 8

Material: 1 Exemplar (BA 237)

Beschreibung: Linke Klappe, klein, ungleichseitig, rostrat, stark konvex. Posterior mit Rostrum, daher konkaver Posterodorsalrand. Anterodorsal und anterior gerade, Übergang von anterior in den konvexen Ventralrand in gerundetem stumpfen Winkel. Skulptur aus fünf wulstigen, komarginalen Rippen. Rostrum mit zentraler Carina, die bis zum Wirbel reicht. Die komarginalen Rippen enden im Bereich der Carina.

Messungen:

Nr.	H	L	H/L
BA 237	3,0	4,5	0,66

Diskussion: *Cuspidaria moreauensis* Meek & Hayden (1856: S. 83) aus dem Maastrichtium von Nordamerika (South Dakota, siehe Speden 1970: S. 154-155, Taf. 39, Fig. 8-16) unterscheidet sich vom Exemplar der Chubut Provinz durch die vom Wirbel zum postero-ventralen Ende des Rostrums verlaufende Carina. Darragh (1997: S. 105-106, Taf. 12, Fig. G) beschrieb *Cuspidaria obbata* aus dem Paleozän der Pebble Point Formation von Victoria, Australien. Diese besitzt im Gegensatz zu *Cuspidaria* sp. drei bis fünf feine, radiäre Streifen auf dem Rostrum und feinere komarginale Rippen. Aufgrund seiner Merkmale wird das vorliegende Exemplar zu *Cuspidaria* gestellt, eine artliche Zuordnung ist nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 56

PBDB: Carnium - Pleistozän

Sepkoski: Ladinium - rezent

Paläobiogeographie:

Treatise: kosmopolitisch

PBDB: kosmopolitisch außer Antarktis

4.2. Klasse Gastropoda Cuvier 1797

Unterklasse Prosobranchia Milne Edwards 1848

4.2.1. Ordnung Patellogastropoda Lindberg 1986

Überfamilie Nacelloidea Thiele 1929

4.2.1.1. Familie Nacellidae Thiele 1929

Unterfamilie Nacellinae Thiele 1929

Gattung *Nacella* Schumacher 1817

Typusart (MT): *Nacella mytiloides* Schumacher 1817

cf. *Nacella ovata* Wilckens 1910

Tafel 13, Fig. 11-12

cf. 1910 *Nacella* (*Anisomyon*?) *ovata* – Wilckens: S. 71-72, Taf. 3 Fig. 22a-b

Material: 5 Exemplare (244-245, BA 55, BA 175-176)

Beschreibung: Niedrig kegelförmig, ovaler Umriss, etwas länger als breit. Apex nicht zentral, näher am anterioren Ende gelegen. Anterior des Apex leicht konkav, posterior leicht konvex.

Schale mit komarginalen Anwachsstreifen, keine radiären Rippen erkennbar. Schale an der Basis abgeflacht.

Messungen:

Nr.	L	B
244	4,0	3,4
245	7,3	6,3
BA 55	ca. 2,1	ca. 2,1
BA 175	9,0	7,5
BA 176	6,0	5,5

Diskussion: Wilckens (1910: S. 71-72, Taf. 3 Fig. 22a-b) beschrieb *Nacella* (*Anisomyon*?) *ovata* aus der Kreide von Ross-Island, Antarktis. Diese ist in Umriss und Schalenskulptur sehr ähnlich dem Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Becken, ist jedoch deutlich größer. Da es sich aber bei den vorliegenden Exemplaren von Neuquén und Chubut auch um juvenile Exemplare handeln kann, ist es durchaus möglich, dass es sich um die selbe Spezies handelt. Daher wird das vorliegende Taxon als cf. *Nacella ovata* Wilckens bezeichnet.

net. Die von Wilckens (1922: S. 5, Taf. 1, Fig. 8) beschriebene *Patella? amuritica* aus der Ober-Kreide Neuseelands (Amuri Bluff) besitzt einen nahezu zentral gelegenen Apex und unterscheidet sich dadurch vom vorliegenden Material.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJK 23 - BJK 27b (Maastrichtium)
OP: OP 10 - OP 30 (Danium)
HUR: HUR 5a - HUR 6a (Maastrichtium)
SM: SM 63

PBDB: Eozän - rezent
Sepkoski: Eozän - rezent

Paläobiogeographie:

PBDB: keine Vorkommen vom Campanium – Danium

4.2.2. Ordnung Caenogastropoda Thiele 1925

Überfamilie Cerithioidea Fleming 1822

4.2.2.1. Familie Turritellidae Lamarck 1799

Gattung *Turritella* Lamarck 1799

Typusart (MT): *Turbo terebra* Linné 1758

***Turritella malaspina* Ihering 1903**

Tafel 13, Fig. 13-14

- 1903 *Turritella malaspina* – Ihering: S. 217-218, Fig. 13
1907 *Turritella malaspina* Ihering – Ihering: S. 48
1937 *Turritella malaspina* Ihering – Feruglio: S. 263, Taf. 26, Fig. 17
1946 *Turritella malaspina* Ihering – Petersen: S. 130, Taf. 11, Fig. 23-26
1990 *Turritella* cf. *malaspina* Ihering – Medina et al.: S. 142, Taf. 1, Fig. 9-10
1994 *Turritella* aff. *T. malaspina* Ihering – Casadío: S. 234-235, Fig. 59.13-59.18

Material: 14 Exemplare (273-277, BA 181-184, BA 289-292, BA 294)

Beschreibung: Hochturmähnliches Gehäuse mit runder, holostomer Mündung. Basis der Windungen erhaben (imbrikat), Windungen über der Basis teilweise schwach konkav. Skulp-

tur aus zahlreichen Spiralrippen, die in ihrer Stärke variieren. Es handelt sich um Spiralrippen 1., 2. und 3. Ordnung. Die Unterschiede in der Stärke der Spiralrippen verschiedener Ordnung nehmen auf den jüngeren Windungen ab. Neben den Spiralrippen sind auch geschwungene Anwachslineien zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	B	Nr.	H	B
273	53,5 (16 W)	17,5	BA 183	45,0 (7 W)	20,5
274	41,0 (11 W)	12,0	BA 184	51,0 (6 W)	20,5
275	27,0 (11 W)	6,0	BA 289	74,5 (9 W)	24,0
277	55,5 (4 W)	24,5	BA 290	39,5 (6 W)	16,0
BA 181	31,0 (5 W)	12,5	BA 291	38,5 (7 W)	11,0
BA 182	33,5 (4 W)	15,5			

Diskussion: Ihering (1903: S. 217-218, Fig. 13) beschrieb *Turritella malaspina* aus der Salamanca Formation der Chubut Provinz. Diese besitzt wie das vorliegende Material aus der Lefipán Formation und der Roca Formation eine prominente Windungsbasis mit etwa zwei deutlich ausgeprägten Spiralrippen. Aufgrund der Übereinstimmung wird das vorliegende Material als *Turritella malaspina* bezeichnet. *Turritella cazadoriana* Wilckens (1905: S. 15-16, Taf. 3, Fig. 9) aus dem Maastrichtium der Cerro Cazador Formation der argentinischen Santa Cruz Provinz unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch die geringere Größe und die weniger prominente Windungsbasis.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

HU: HU 1 - HU 34 (Maastrichtium - Danium)

HUR: HUR 7 - HUR 13 (Maastrichtium)

HU Road: HU Road 1 (Maastrichtium)

SM: SM 1 - SM 69 (Maastrichtium - Danium), SR KT 40 (Danium)

M: M 2a - 2b (Maastrichtium)

LF: LF 1 - LF 6 (Maastrichtium)

PBDB: Norium - rezent

Sepkoski: Aptium - rezent

Paläobiogeographie:

Turritella: PBDB: kosmopolitisch (ohne Ozeanien)

T. malaspina: Maastrichtium – Danium, Provinzen Chubut, La Pampa, Río Negro (Casadío 1994)

Überfamilie Tonnoidea Suter 1913

4.2.2.2. Familie Cassidae Latreille 1825

Gattung *Galeodea* Link 1807

Typusart (OD): *Galeodea echinophora* (Linné 1758)

aff. *Galeodea mirabilis* (Wilckens 1910)

Tafel 13, Fig. 10

aff. 1910 *Cassidaria mirabilis* n. sp. – Wilckens: S. 86-89, Taf. 4, Fig. 9-13

Material: 1 Exemplar (267)

Beschreibung: Gewinde nicht erhalten. Windung mit vier Kielen, die anterior in ihrer Stärke nachlassen. Posterior des obersten Kieles fällt das Gehäuse deutlich zur Naht hin ab. Die zwei posterioren Kiele stehen weiter auseinander, während die zwei anterioren den geringsten Abstand zueinander haben. Die 2 posterioren Kiele sind mit deutlichen Knoten besetzt, so dass der Charakter einer Knotenreihe entsteht. Skulptur weiterhin aus zahlreichen feinen Spiralrippen, die in ihrer Intensität sehr konstant sind.

Messungen:

Nr.	H	B
267	15,5 (FR)	15,0

Diskussion: Wilckens (1910: S. 86-89, Taf. 4, Fig. 9-13) beschrieb *Cassidaria mirabilis* aus dem Maastrichtium der Antarktischen Halbinsel (Seymour Island, Snow Hill). Diese besitzt ebenso wie das vorliegende Fragment auf dem letzten Umgang vier Kiele, wobei die Beknotung dieser Kiele anterior schwächer wird. Aufgrund der sehr fragmentarischen Erhaltung des vorliegenden Exemplars ist diese Zuordnung sehr fraglich. Bei *Cassidaria* handelt es sich um keinen gültigen Gattungsnamen. Das gültige Synonym ist *Galeodea*, weshalb das vorliegende Exemplar als aff. *Galeodea mirabilis* bezeichnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJK 17

OP: OP 1

PBDB: Santonium - rezent

Sepkoski: Thanetium - rezent

Paläobiogeographie:

Galeodea: PBDB: Antarktis, Europa

G. mirabilis: Antarktis

Überfamilie Naticoidea Gray 1840

4.2.2.3. Familie Naticidae Gray 1840

Gattung *Pseudamaura* Fischer 1885

Typusart (OD): *Natica bulbiformis* Sowerby 1835

***Pseudamaura dubia* (Petersen 1946)**

Tafel 13, Fig. 15-17

1946 *Ampullospira dubia* – Petersen: S. 131-132, Taf. 9, Fig. 29-30

1994 *Pseudamaura? dubia* (Petersen 1946) – Griffin & Hünicken: S. 264, Fig. 4.6-4.7

Material: 8 Exemplare (278-283, BA 264-265)

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig, Gewinde niedrig, letzte Windung sehr groß (über 80% der Gesamthöhe). Windungsaußenseiten auf dem Gewinde gerade, auf letzter Windung durch starke Größenzunahme in Richtung Basis konvex. Deutlich ausgebildete flache, auf dem Gewinde annähernd horizontale Windungsschultern (subsuturale Rampen). Anterior der Schulter flache, konkave Spiralfurche. Mündung oval, Innenlippe verdickt (Parietal-Kallus). Die Skulptur besteht lediglich aus feinen, schwach sinusförmigen Anwachslineien.

Messungen:

Nr.	H	B	H _{IW}	H _{IW} /H
278	34,5 (oA)	30,0		
280	38,5	27,5	31,5	0,82
281	36,5	25,5	31,0	0,85
283	34,5	24,5		

Diskussion: *Ampullospira dubia* Petersen (1946: S. 131-132, Taf. 9, Fig. 29-30) aus der Nähe des Chubut Rivers (Piedra Parada) der Chubut Provinz stimmt in ihren Gehäusemerkmalen mit dem vorliegenden Material aus dem Danium der Lefipán Formation überein. Griffin & Hünicken (1994: S. 264, Fig. 4.6-4.7) beschrieben vergleichbares Material aus dem Paleozän der Cerro Dorotea Formation der Santa Cruz Provinz Südargentinien und stellen

diese Art zu *Pseudamaura*?. Daher wird das vorliegende Material als *Pseudamaura dubia* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 58 - SM 65

QT: QT 8 - QT 9

PBDB: Carnium - Bartonium

Sepkoski: Carnium - Miozän

Paläobiogeographie:

Pseudamaura: PBDB: Europa, Nordamerika

P. dubia: Danium, Argentinien (Chubut, Santa Cruz)

Unterfamilie Polinicinae Gray 1847

Gattung *Euspira* Agassiz in Sowerby 1837

Typusart: *Natica glaucinoides* Sowerby (SD Dall 1915)

***Euspira* cf. *pueyrredonensis* (Stanton 1901)**

Tafel 14, Fig. 1-2

cf. 1901 *Lunatia pueyrredonensis* – Stanton: S. 32, Taf. 6, Fig. 12

cf. 1937 *Natica* sp. – Feruglio: S. 212, Taf. 21, Fig. 15-18

cf. 1994 *Euspira* cf. *E. pueyrredonensis* (Stanton) – Griffin & Hünicken: S. 264, Fig. 4.4-4.5

cf. 2007 *Euspira* sp. cf. *E. pueyrredonensis* (Stanton) – Del Río et al.: S. 251, Fig. 3 G-I

Material: 7 Exemplare (299, 319, 457, BA 173-174, BA 267-268)

Beschreibung: Gehäuse mit sehr großer letzter Windung, deren Höhe über 80% der Gesamthöhe beträgt, und niedrigem Gewinde. Die größten Exemplare erreichen eine Höhe von annähernd 4 cm. Windungen deutlich konvex, posterior sind die Windungen zur Sutura hin abgeflacht, so dass die Windungen gegeneinander deutlich abgesetzt sind. Mündung oval bis halbkreisförmig, Umbilikus vorhanden, Parietal-Kallus schmal. Skulptur aus sinusförmigen, feinen Anwachsramellen.

Messungen:

Nr.	H	B	H _{IW}	H _{IW} /H
319	ca. 38,0	40,0	31,5	ca. 0,83
457	12,0	11,2		
BA 173	13,5	14,0	11,0	0,82
BA 267	16,5	14,5	13,5	0,82
BA 268	16,5	15,0	13,5	0,82

Diskussion: Stanton (1901: S. 32, Taf. 6, Fig. 12) beschrieb *Lunatia pueyrredonensis* aus den kretazischen Belgrano Schichten der Santa Cruz Provinz Südargentinens. Diese ist dem vorliegenden Material sehr ähnlich. Auch das von Feruglio (1937: S. 212, Taf. 21, Fig. 15-18) aus der Lefipán Formation als *Natica* sp. und das von Griffin & Hünicken (1994: S. 264, Fig. 4.4-4.5) aus der Cerro Dorotea Formation (Danium) der Santa Cruz Provinz als *Euspira* cf. *E. pueyrredonensis* beschriebene Material entspricht in seinen Merkmalen dem vorliegenden Material. Daher kann dieses ebenfalls diesem Taxon zugeordnet werden, das von Griffin & Hünicken zur Gattung *Euspira* gestellt wurde.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

HU: HU 6 - HU 12 (Maastrichtium)
HUR: HUR 6 - HUR 10 (Maastrichtium)
SM: SM 50 - SM 68 (Maastrichtium – Danium)
M 2: M 2d (Maastrichtium)
LF: LF 1 - LF 2 (Maastrichtium)

PBDB: Albium - rezent

Sepkoski: Aptium - rezent

Paläobiogeographie:

Euspira: PBDB: Europa, Neuseeland, Nordamerika, Antarktis
Südamerika (Griffin & Hünicken 1994)

E. pueyrredonensis: Argentinien (Santa Cruz Provinz)

Gattung *Polinices* Montfort 1810

Typusart (OD): *Polinices albus* Montfort 1810

Untergattung *Polinella* Marwick 1931

Typusart (OD): *Uber obstructus* Marwick 1924

***Polinices (Polinella) cf. finlayi* (Marwick 1924)**

Tafel 14, Fig. 3-4

- cf. 1924a *Uber finlayi* – Marwick: S. 565-566, Taf. 57, Fig. 8, 12-13
cf. 1936 *Natica cerreria* Wilckens – Feruglio: S. 158, Taf. 18, Fig. 6a-b
cf. 1990 *Polinices (Polinella) finlayi* (Marwick 1924) – Beu et al.: S. 81-82, Taf. 2, Fig. j-k
cf. 1994 *Polinices (Polinella) cf. P. finlayi* (Marwick 1924) – Griffin & Hünicken: S. 262-264, Fig. 4.2-4.3

Material: 1 Exemplar (BA 266)

Beschreibung: Gehäuse mit sehr großer Endwindung und niedrigem Gewinde. Halbkreisförmige Apertur. Innenlippe sinusförmig, Parietal-Kallus füllt fast den gesamten Umbilikus aus. Dieser ist schlitzförmig. Skulptur ist keine erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 266	14,5	12,5	1,16

Diskussion: Marwick (1924a: S. 565-566, Taf. 57, Fig. 8, 12, 13) beschrieb *Uber finlayi* aus dem Danium der Wangaloa Formation Neuseelands. Diese gleicht dem vorliegenden Material sehr in ihren Merkmalen. Die Untergattung *Polinella* unterscheidet sich von *Polinices* im engeren Sinne durch den schmalen Parietal-Kallus und das Vorhandensein von ein oder zwei schräg verlaufenden Gruben auf dem Parietal-Kallus. Die Gruben sind auf dem vorliegenden Exemplar nicht erkennbar, fehlen jedoch auch beim Material von Marwick. Griffin & Hünicken (1994: S. 262-264, Fig. 4.2-4.3) beobachteten bei guter Erhaltung an ihren Exemplaren von *Polinices (Polinella) cf. P. finlayi* aus dem Danium der Cerro Dorotea Formation von Santa Cruz eine schmale Grube auf dem Parietal-Kallus, was eine Zuordnung zu *Polinella* rechtfertigt. Aufgrund der Übereinstimmung zum Material aus der Santa Cruz Provinz wird das vorliegende Material ebenfalls als *Polinices (Polinella) cf. finlayi* (Marwick) bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 68

PBDB: *Polinices*: Turonium – rezent *Polinella*: Danium – Pliozän

Sepkoski *Polinices*: Campanium – rezent *Polinella*: Danium - Pliozän

Paläobiogeographie:

Polinices: PBDB: Nordamerika

Polinella: PBDB: Neuseeland

P. (P.) finlayi: Neuseeland (Marwick 1924a), Argentinien (Griffin & Hünicken 1994)

Naticidae indet. sp. A

Tafel 14, Fig. 5

Material: 2 Exemplare (297-298)

Beschreibung: Fragmentarische Erhaltung, deutliche Größenzunahme der letzten Windung. Mündung rundlich. Skulptur nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
297	15,8	13,6	1,16
298	15,0	14,0	1,07

Diskussion: Aufgrund der Ausbildung der Apertur, der großen letzten Windung und der scheinbar fehlenden Skulptur ist eine Zuordnung zu den Naticidae am wahrscheinlichsten.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 8

Naticidae indet. sp. B

Tafel 14, Fig. 6

Material: 1 Exemplar (BA 54)

Beschreibung: Nur 2,5 Windungen erhalten, Spitze fehlt. Die letzte Windung zeigt eine deutliche Größenzunahme. Holostome, ovale Mündung. Keine Skulptur erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 54	ca. 8,2	5,0	ca. 1,64

Diskussion: Auch dieses Fragment kann zur Familie der Naticidae gestellt werden. Eine nähere generische Einordnung ist aufgrund der Unvollständigkeit nicht möglich. Im Vergleich zu Naticidae indet. sp. A ist das vorliegende Exemplar proportional höher und besitzt eine ovale Mündung im Gegensatz zur runderen Mündung von Naticidae indet. A.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG 37

Überfamilie?

Familie?

Gattung *Pseudotylostoma* Ihering 1903

Typusart: *Pseudotylostoma romeroi* Ihering (SD Ihering 1907)

***Pseudotylostoma* cf. *romeroi* Ihering 1903**

Tafel 14, Fig. 7-8

cf. 1903 *Pseudotylostoma romeroi* gen. nov. sp. nov. – Ihering: S. 207, Taf. 1, Fig. 8
1994 *Pseudotylostoma* cf. *P. romeroi* Ihering – Griffin & Hünicken: S. 264, Fig. 4.8-4.9

Material: 2 Exemplare (BA 262-263)

Beschreibung: Gehäuse flach-kegelförmig (spindelförmig), letzter Umgang sehr groß, überdeckt einen Großteil der vorhergehenden Windungen. Letzte Windung schwach konvex. Suturen kaum eingesenkt. Apertur hochoval, siphonostom. Schale sehr dick (4-5 mm). Skulptur aus feinen, geschwungenen Anwachslineen.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 262	31,0	20,0	1,55
BA 263	28,5	17,0	1,68

Diskussion: Ihering (1903: S. 207, Taf. 1, Fig. 8) beschrieb einen schlecht erhaltenen Steinkern von *Pseudotylostoma romeroi* aus der Roca Formation, wahrscheinlich aus der Río Negro Provinz (General Roca). Aus dem Paleozän der Cerro Cazador Formation der Santa Cruz Provinz in Südwest-Patagonien wurden von Griffin & Hünicken (1994: S. 264, Fig. 4.8-4.9) zwei Exemplare beschrieben, die dem Material von Ihering entsprechen dürften. Ebenso wie das Material von Santa Cruz, kann das vorliegende Material als *Pseudotylostoma* cf. *P. romeroi* bezeichnet werden. Die Familienzugehörigkeit ist unklar. Eine Zuordnung zu den Naticidae, wie von Ihering vermutet, ist aufgrund der dicken Schale und der siphonostomen Apertur unwahrscheinlich.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 58 - SM 65

PBDB: keine Vorkommen

Sepkoski: Danium

Paläobiogeographie:

P. cf. romeroi: Patagonien (Stilwell 2003)

Überfamilie Stromboidea Rafinesque 1815

4.2.2.4. Familie Aporrhaidae Gray 1850

Unterfamilie Aporrhainae Gray 1850

Gattung *Struthioptera* Finlay & Marwick 1937

Typusart (OD): *Arrhoges haastianus* Wilckens 1922

***Struthioptera* cf. *haastiana* (Wilckens 1922)**

Tafel 14, Fig. 12-13

- cf. 1917 *Aporrhais gregaria* Wilckens – Trechmann: S. 304, Taf. 19, Fig. 6-7
- cf. 1922 *Arrhoges haastianus* – Wilckens: S. 9-10, Taf. 2, Fig. 5a-b, 6-7
- cf. 1924 *Arrhoges haastianus* – Wilckens: S. 541
- cf. 1937 *Struthioptera haastiana* (Wilckens) – Finlay & Marwick: S. 61-62
- cf. 1977 *Struthioptera haastiana* (Wilckens) – Zinsmeister: S. 402
- cf. 1994 *Struthioptera haastiana* (Wilckens) – Stilwell: S. 607-610, Taf. 38, Fig. 1-8, 10-12, 17
- cf. 1995 *Struthioptera haastiana* (Wilckens) – Zinsmeister & Griffin: S. 694, Fig. 2.6
- cf. 2003 *Struthioptera haastiana* (Wilckens) – Stilwell: S. 324-325, Taf. 3, Fig. j-m, p

Material: 14 Exemplare (269-271, 324, 455-456, BA 167-172, BA 281-282)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit bis zu sieben Windungen. Die Apertur ist nicht erhalten. Gleichmäßige Windungsgrößenzunahme, Suture etwas eingesunken. Ein deutlich ausgebildeter posteriorer Kiel ist mit markanten Knoten besetzt, pro Windung sind 10-15 Knoten vorhanden. Auf der letzten Windung ist anterior ein zweiter, schwächer ausgebildeter Kiel erkennbar. Dort findet sich keine oder nur eine sehr schwache Beknotung. Als weiteres Skulpturelement sind feine spiralförmige Rippen vorhanden, deren Anzahl 15-20 auf den oberen Windungen und über 50 auf der letzten Windung beträgt. Diese Spiralfalten sind posterior des posterioren Kieles stärker ausgebildet als anterior des posterioren Kieles. Im Bereich des beknoteten Kieles sind die Spiralfalten sehr schwach ausgebildet. Außerdem sind geschwungene, opisthokline Anwachslinien erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
269	13,0	10,0	1,3
271	19,0	11,0	1,72
455	19,3	13,7	1,41
456	12,7	9,9	1,28
BA 169	31,5	13,5	2,33

Diskussion: Wilckens (1922: S. 9-10, Taf. 2, Fig. 5-7) beschrieb *Arrhoges haastianus* aus der Ober-Kreide von Neuseeland (Amuri Group). Finlay & Marwick (1937: S. 61-62) stellten

A. haastianus in die von ihnen neu aufgestellte Gattung *Struthioptera*. Das vorliegende Material aus dem Maastrichtium der Lefipán Formation und der Roca Formation stimmt in seiner Skulpturierung sehr gut mit *Struthioptera haastianus* überein. Problematisch ist das Fehlen der Mündung und des Flügels beim vorliegenden Material. Unterschiede zu *S. haastianus* sind die etwas höhere Anzahl von Knoten auf dem posterioren Kiel (10-15 im Vergleich zu 10 bei *S. haastianus*) und die etwas geringere Größe. Eine weitere sehr ähnliche Art aus der Oberkreide von Neuseeland ist *Struthioptera novoseelandica* (Wilckens 1922: S. 13-14, Taf. 2, Fig. 10-14). Diese ist zwar in ihren Dimensionen und in der Anzahl der Knoten auf dem posterioren Kiel (12) dem vorliegenden Material aus der Chubut und der Neuquén Provinz sehr ähnlich, doch zeigt *S. novoseelandica* auf den ersten Teleoconch-Windungen keinen deutlich ausgebildeten Kiel und besitzt auf der letzten Windung anterior bis zu drei Kiele. *Struthioptera pastorei* (Camacho 1953: S. 189-191) aus dem Campanium bis Maastrichtium der Roca Formation Argentiniens liegt leider in sehr unvollständiger Erhaltung vor, daher ist ein Vergleich nur schwer möglich. Das vorliegende Material wird daher als *Struthioptera* cf. *haastiana* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 8 - HU 20

HUR: HUR 7 - HUR 13

SM: SM 50 - SM 26, SM KT 1

M 2: M 2a - M 2h

LF: LF 2 - LF 6

PBDB: Coniacium - Selandium

Sepkoski: Maastrichtium - Ober-Eozän

Paläobiogeographie:

Struthioptera: PBDB: Neuseeland, Antarktis, Südamerika

S. haastiana: Neuseeland, Campanium – Maastrichtium (Wilckens 1922)

***Struthioptera* aff. *osiris* Finlay & Marwick 1937**

Tafel 14, Fig. 9-11

aff. 1937 *Struthioptera osiris* – Finlay & Marwick: S. 62, Taf. 8, Fig. 8-10

aff. 1994 *Struthioptera osiris* Finlay & Marwick – Stilwell: S. 863-869, Taf. 60, Fig. 1-5

Material: 8 Exemplare (268, 458-459, BA 52, BA 278-280, BA 283)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse, vier Windungen erhalten. Letzte Windung ist deutlich größer als die vorhergehende. Zwei deutliche Kiele, von denen der posteriore stärker ausgebildet ist. Bei guter Erhaltung ist anterior des anterioren Kieles ein dritter Kiel zu erken-

nen. Kiele beknotet, ca. 16-18 Knoten pro Windung. Posteriorer Kiel auch auf den Windungen des Gewindes ausgebildet, Kiel ist etwas oberhalb der Mitte zwischen den Suturen gelegen. Flügel mit deutlich nach oben gebogenem posterioren Fortsatz, der über die vorletzte Windung hinausragt. Anteriorer Fortsatz deutlich schwächer und mit stumpfen Ende. Außenrand des Flügels gerade. Skulptur aus zahlreichen feinen Spiralrippen, von denen sich auf der letzten Windung über 50 finden.

Messungen:

Nr.	H	B	B (inkl. Flügel)	H/B
268	44,0	25,0	42,0	1,76
458	13,0	6,7		1,94
459	17,1	9,4		1,82
BA 278	29,5	19,5		1,51
BA 279	22,0	12,0		1,83
BA 280	22,0	10,5		2,1

Diskussion: Aufgrund des Flügels mit seinem annähernd geraden und nicht konkav eingeschnittenem Außenrand sowie des wenig prominenten anterioren Flügelfortsatzes handelt es sich hierbei um einen Vertreter der Gattung *Struthioptera*. *Struthioptera camachoi* Zinsmeister (1977: S. 399-404, Fig. 2 A-F) aus dem Eozän der La Meseta Formation von Seymour Island, Antarktis, besitzt ein höheres Gewinde als das vorliegende Material aus den Provinzen Chubut und Neuquén. Sehr ähnlich ist *Struthioptera osiris* Finlay & Marwick (1937: S. 62, Taf. 8, Fig. 8-10) aus dem Danium der Wangaloa Formation Neuseelands, deren posteriorer Flügelfortsatz nicht so weit nach oben reicht und deren Gewinde nicht so hoch ist wie bei *Struthioptera camachoi*. Beim vorliegenden Material reicht der posteriore Flügelfortsatz jedoch weiter in apikaler Richtung als bei *S. osiris*. Daher kann das vorliegende Exemplar nicht *S. osiris* zugeordnet werden, es scheint sich aber um eine eng verwandte Spezies zu handeln. Auch die Anzahl der Knoten pro Windung (16-18) weicht minimal von *S. osiris* ab (ca. 20). Daher wird das vorliegende Material als *Struthioptera* aff. *osiris* bezeichnet. Von *Struthioptera* cf. *haastiana* unterscheidet sich *S. aff. osiris* durch die höhere Knotenzahl und den zusätzlichen anterioren Kiel.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 4 - OP 33

HU: HU 40

SM: SM 35 - SM 68

PBDB: Coniacium - Selandium

Sepkoski: Maastrichtium - Eozän

Paläobiogeographie:

Struthioptera: PBDB: Neuseeland, Antarktis, Südamerika

S. osiris: Neuseeland (Finlay & Marwick 1937)

***Struthioptera* sp.**

Tafel 14, Fig. 14

Material: 3 Exemplare (246, 306, BA 51)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse, klein, Spitze (Apex) nicht erhalten. Skulptur aus ca. 12-18 Axialrippen pro Windung und ca. 7 schwächeren, feinen Spiralrippen. Auf der letzten Windung befinden sich zwei deutlich hervortretende Kiele, von denen der posteriore stärker ausgebildet ist. Auf diesem finden sich Knoten, die sich in Axialrippen fortsetzen, die sich bis zum anterioren Kiel verfolgen lassen. Posterior des posterioren Kieles fällt das Gehäuse konkav zur Sutur hin ein, auch zwischen den beiden Kielen verläuft die Gehäuseaußenseite konkav. Der posteriore Kiel setzt sich in einen sehr stark ausgeprägten, posterioren Flügelfortsatz fort, der die vorletzte Windung etwas überragt. Ein anteriorer Flügelfortsatz ist nicht vorhanden.

Messungen:

Nr.	H	B
246	8,1	3,4
BA 51	5,5	5,0 (inkl. Flügel)

Diskussion: Von *Austroaporrhais* kann das vorliegende Material gut durch den nicht ausgebildeten anterioren Flügelfortsatz unterschieden werden. Aporrhaiden der Gattung *Struthiochenopus* besitzen zwar einen schwach bis kaum ausgebildeten anterioren Flügelfortsatz, doch sind diese schwächer skulpturiert als das vorliegende Material aus Patagonien. Dieses kann daher *Struthioptera* zugeordnet werden. Durch die relativ geringe Anzahl feiner Spiralrippen kann *Struthioptera* sp. von den bisher beschriebenen Arten der Gattung *Struthioptera* unterschieden werden.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG B: BJG B+4

OP: OP 8 - OP 35

PBDB: Coniacium - Selandium

Sepkoski: Maastrichtium - Eozän

Paläobiogeographie:

Struthioptera: PBDB: Neuseeland, Antarktis, Südamerika

Gattung *Austroaporrhais* Zinsmeister & Griffin 1995

Typusart (OD): *Austroaporrhais larseni* Zinsmeister & Griffin 1995

***Austroaporrhais* cf. *gregaria* (Wilckens 1905)**

Tafel 14, Fig. 15-17

- cf. 1905 *Aporrhais gregaria* – Wilckens: S. 16-18, Taf. 3, Fig. 10-13, Taf. 4, Fig. 1
- cf. 1921 *Arrhoges gregaria* (Wilckens) – Wilckens: Taf. 3, Fig. 3-4
- cf. 1921 *Perissoptera monodactyla* – Wilckens: S. 12
- cf. 1922 *Perissoptera monodactyla* – Wilckens: S. 12
- cf. 1995 *Austroaporrhais gregaria* (Wilckens) – Zinsmeister & Griffin: S. 697, Fig. 2.16

Material: 3 Exemplare (272, 301-302)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit gleichmäßiger Zunahme der Windungsgröße, die obersten Windungen sind nicht erkennbar. Auf der letzten Windung befinden sich zwei Kiele. Da die äußere Schalenschicht nicht erhalten ist, ist keine weitere Skulpturierung erkennbar. Deutlich ausgebildeter Flügel der Außenlippe mit einem posterioren und einem anterioren Flügelfortsatz, in die sich die 2 Kiele fortsetzen. Posteriorer Flügelfortsatz sehr stark ausgebildet, stark nach posterior gebogen, verläuft fast parallel der Gehäuseachse. Anteriorer Flügelfortsatz weniger stark ausgebildet, aber dennoch recht prominent. Der Außenrand des Flügels verläuft konkav, der posteriore Sinus des Flügels ist sehr tief.

Messungen:

Nr.	H	B
272	100,0	61,5 (inkl. Flügel)
302	30,0 (1,5 W)	35,0 (inkl. Flügel)

Diskussion: Da zwei deutlich ausgebildete Flügelfortsätze vorhanden sind, kann das vorliegende Material aus dem Maastrichtium der Lefipán Formation der Gattung *Austroaporrhais* zugeordnet werden. Aufgrund der nicht erhaltenen Skulptur ist die artliche Zuordnung schwierig. *Austroaporrhais larseni* Zinsmeister & Griffin (1995: S. 696, Fig. 2.8 – 2.10) aus dem Maastrichtium der López de Bertodano Formation von Seymour Island (Antarktis) besitzt im Vergleich zum vorliegenden Material einen durch die zwei stark ausgebildeten Flügelfortsätze deutlicher eingeschnittenen Flügel. *Austroaporrhais stilwelli* Zinsmeister & Griffin (1995: S. 696, Fig. 2.11 – 2.13), die ebenfalls im Maastrichtium der López de Bertodano Formation vorkam, besitzt im Vergleich zu *A. larseni* einen schwächer eingeschnittenen

Flügel und ist damit dem Material der Chubut Provinz ähnlicher. Die größte Übereinstimmung zum vorliegenden Material findet sich jedoch beim Vergleich mit *Austroaporrhais gregaria* (Wilckens 1921: S. 16–18, Taf. 3, Fig. 10-13, Taf. 4, Fig. 1). Soweit es die Erhaltung des vorliegenden Materials zulässt, bzw. die fragmentarische Erhaltung der bisher beschriebenen Exemplare von *Austroaporrhais gregaria*, ist die Ausbildung des Flügels sehr ähnlich. Daher wird das Material der Chubut Provinz als *A. cf. gregaria* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 5 - SM 20

PBDB: keine Vorkommen

Sepkoski: Maastrichtium - Paleozän

Paläobiogeographie:

Austroaporrhais: Antarktis, Argentinien, Neuseeland (Zinsmeister & Griffin 1995)

A. gregaria: Argentinien (Zinsmeister & Griffin 1995)

Aporrhaidae indet. sp. A

Tafel 15, Fig. 5

Material: 1 Exemplar (309)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse, vier Windungen erkennbar. Auf der letzten Windung befinden sich im mittleren Bereich zwei Kiele. Zwischen diesen Kielen ist das Gehäuse schwach konkav, posterior des posterioren Kieles findet sich eine subsuturale Rampe, die gerade bis schwach konkav verläuft. Die Skulpturierung besteht aus Axialrippen (ca. 14 pro Windung), die jedoch nur auf der subsuturalen Rampe erkennbar sind und in knotenartigen Verdickungen des posterioren Kieles enden. Auf der gesamten Windung verlaufen feine Spiralrippen.

Messungen:

Nr.	H	B
309	10,8	6,6

Diskussion: Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine genaue generische Zuordnung dieses Exemplars nicht möglich. Die zwei Kiele auf der letzten Windung können auf eine Zugehörigkeit zu den Aporrhaidae hinweisen, was aber wegen des Fehlens der Mündung und den Unterschieden in der Skulpturierung zu den bekannten Aporrhaiden nicht sicher festgestellt werden kann. Hier wäre besser erhaltenes Material erforderlich. Eine sehr ähnliche

Art ist *Struthiochenopus chubutensis* aus dem Danium der Salamanca Formation vom Rio Chico (Chubut Provinz), die von Ihering beschrieben wurde (1903: S. 220, Taf. 2, Fig. 17) und von Zinsmeister & Griffin (1995: S. 701) zur Gattung *Struthiochenopus* gestellt wurde. Aus dem Danium der Roca Formation von Cerros Bayos (La Pampa Provinz) wurde inzwischen vergleichbares Material beschrieben (Del Río et al. 2007: S. 249-250, Fig. 3 K-L). *Struthiochenopus chubutensis* besitzt jedoch keine axiale Berippung im Bereich der subsuturalen Rampe, weshalb das vorliegende Exemplar diesem Taxon nicht sicher zugeordnet werden kann und daher als Aporrhaidae indet. sp. A bezeichnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 8

4.2.2.5. Familie Strombidae Rafinesque 1815

Strombidae indet. sp. A

Tafel 15, Fig. 1-4

Material: 3 Exemplare (BA 275-277)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse, Apertural- und Adaperturalseite schmal, wodurch der Querschnitt nicht rund ist. Die letzte Windung umschließt alle älteren Windungen (Kallusbildung). Auf der Adaperturalseite ist die letzte Windung vom Apex bis auf Mündungshöhe in axialer Richtung kielartig ausgebildet. Mündung hochoval. Die Außenlippe bildet einen flügelartigen Fortsatz, der dem Gehäuse eng anliegt und dieses in Richtung Apex überzieht. Der Fortsatz, der etwa so hoch wie die Mündung ist, ist sichelartig nach posterior-dorsal ausgebildet. Skulptur nicht erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B (apertural)	B (90° versetzt)
BA 275	43,5	14,5	18,0
BA 276	45,0	14,5	18,5
BA 277	36,5 (FR)	15,5	17,5

Diskussion: Das Vorhandensein eines Fortsatzes der Außenlippe spricht für die Zuordnung in die Überfamilie Stromboidea. Aus dem Maastrichtium von Mexiko wurden zahlreiche Vertreter der Stromboidea beschrieben (Kiel & Perrilliat 2001), die zum Teil ebenfalls durch starke Kallusbildung charakterisiert sind. So besitzt z. B. *Calyptrophorus binodiferus* Perrilliat & Vega (1997) einen Kallus, der am Gewinde hinaufreicht und dann ähnlich dem vorliegenden Material wieder nach unten biegt. Dennoch kann das vorliegende Material kei-

ner der dort beschriebenen Arten zugeordnet werden. Aufgrund der Ähnlichkeit der Kallusbildung wird die Art aus dem Danium der Lefipán Formation den Strombidae zugeordnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 68

4.2.2.6. Familie Pugnellidae Kiel & Bandel 1999

Gattung *Pugnellus* Conrad 1860

Typusart (OD): *Pugnellus densatus* Conrad 1858

Pugnellus? aff. hauthali

Tafel 15, Fig. 6-7

aff. 1905 *Pugnellus hauthali* – Wilckens: S. 18-20, Taf. 4, Fig. 2a-b

Material: 1 Exemplar (292)

Beschreibung: Niedrig kegelförmiges Gehäuse mit drei bis vier Windungen, Gewinde niedrig. Das gesamte Gehäuse ist mit Kallus bedeckt, die Windungen des Gewindes sind daher nur dort erkennbar, wo die Schale fehlt. Mündung hochrechteckig mit moderatem Rostum. Die Außenlippe bildet einen Fortsatz mit abfallender Schulter. Fortsatz biegt rechtwinklig nach ventral um, ein posteriores Horn ist nicht erkennbar. Der dickschalige Kallus bedeckt den Großteil des Gehäuses. Unter dem dicken Kallus sind auf dem Gewinde etwa 9 Knoten pro Windung zu erkennen. Außerdem sind auf der letzten Windung feine Anwachstreifen und feine Spiralstreifen vorhanden.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
292	33,5	22,6	1,48

Diskussion: Aufgrund der dicken Schale, dem niedrigen Gewinde, mächtigen Kallus und Außenlippenfortsatz wird das vorliegende Exemplar den Pugnellidae (Kiel & Bandel 1999), die in oberkretazischen und paläogenen Ablagerungen des Atlantiks, Indopazifiks, der Weddell-Provinz und dem südlichen Tethysraum vorkommen, zugeordnet. *Pyktes* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 54) unterscheidet sich durch das Vorhandensein von zwei Fortsätzen der Außenlippe. *Perustrombus* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 52) unterscheidet sich vom Material der Chubut Provinz durch die höhere Apertur und das schlankere Gehäuse. *Tephlon* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 55) differiert vom vorliegenden Material durch die deutlich vonein-

ander abgesetzten Windungen. *Gymnarus* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 49) besitzt eine ähnliche Skulpturierung wie das vorliegende Material, unterscheidet sich aber durch das kürzere Rostrum von diesem. *Bizarrus* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 52-53) zeichnet sich durch das vollständige Fehlen der Skulpturierung aus und unterscheidet sich damit ebenfalls vom Exemplar aus der Lefipán Formation. *Conchothyra marshalli* Trechmann (1917: S. 302-303, Taf. 19, Fig. 1-4) aus der Kreide Neuseelands (Selwyn Rapids) besitzt ein kürzeres Rostrum als das vorliegende Exemplar. *Pugnellus* (siehe Kiel & Bandel 1999: S. 50) besitzt ein kürzeres anteriores Rostrum (Siphonalkanal). *Pugnellus hauthali* Wilckens (1905: S. 18-20, Taf. 4, Fig. 2a, b) aus der Ober-Kreide von Cazador (Santa Cruz Provinz) ist im Bereich des Siphonalkanals sehr unvollständig. Daher ist auch dessen Zuordnung zur Gattung *Pugnellus* fraglich. *Pugnellus hauthali* ist dem vorliegenden Exemplar sehr ähnlich, auch die von Wilckens beschriebene Skulpturierung mit Knoten, Anwachsstreifen und Spiralstreifen ist vorhanden, jedoch ist der Fortsatz der Außenlippe von *P. hauthali* kräftiger ausgebildet. Daher kann das Exemplar in die nähere Verwandtschaft von *Pugnellus hauthali* gestellt werden. Die Gattungszugehörigkeit von *P. hauthali* und vom vorliegenden Exemplar ist fraglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 19

PBDB: Turonium - Maastrichtium

Sepkoski: Santonium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Pugnellus: PBDB: Nordamerika, Mexiko
Nordamerika, Südamerika, Afrika (Kiel & Bandel 1999)

P. hauthali: Argentinien Wilckens (1905)

4.2.2.7. Familie Struthiolariidae Marwick 1924

Unterfamilie Struthiolarellinae Zinsmeister & Camacho 1980

Gattung *Perissodonta* Martens 1878

Typusart (MT): *Struthiolaria mirabilis* Smith 1875

***Perissodonta cf. minor* (Marshall 1917)**

Tafel 15, Fig. 8

- cf. 1917 *Struthiolaria minor* – Marshall: S. 451, Taf. 34, Fig. 12-13
cf. 1924b *Monolaria minor* (Marshall) – Marwick: S. 174, Taf. 11, Fig. 5-7
cf. 1937 *Struthiolarella minor* (Marshall) – Finlay & Marwick: S. 65, Taf. 5, Fig. 24-25
cf. 1980 *Perissodonta minor* (Marshall) – Zinsmeister & Camacho: Fig. 3 J
cf. 1994 *Perissodonta minor* (Marshall) – Stilwell: Taf. 61, Fig. 6, 9-11, 14-16

Material: 2 Exemplare (308, BA 49)

Beschreibung: Sehr fragmentarische Erhaltung, nur Teil der letzten Windung vorhanden. Mündung nicht erkennbar, posteriorer Windungsbereich unvollständig. Windung im mittleren Bereich deutlich konvex. Skulptur aus gleichmäßig starken, feinen Spiralrippen (14 auf Fragment) und geschwungenen, weitständigen Wachstumslinien. Im posterioren Bereich des Fragments finden sich leicht verstärkte Axialstrukturen bzw. Rippen.

Messungen:

Nr.	H	B
308	9,5 (FR)	9,5

Diskussion: *Perissodonta* wird charakterisiert durch feine Spiralrippen, die das gesamte Gehäuse bedecken, axiale Knoten im posterioren Windungsbereich und weitständige, sinusförmige Wachstumslinien (siehe Zinsmeister 1980: S. 2, 4). *Perissodonta minor* Marshall (1917: S. 451, Taf. 34, Fig. 12-13) aus dem Danium der Wangaloa Formation von Neuseeland (siehe auch Stilwell 1994: Taf. 61, Fig. 6, 9-11, 14-16) zeigt eine identische Skulpturierung wie das vorliegende Exemplar. Wilckens (1911: S. 25, Taf. 1, Fig. 28) beschrieb *Struthiolarella variabilis* v. *laevis* aus dem Paleozän von Seymour Island, Antarktis. Da *Struthiolarella* jedoch zwei unterschiedlich starke Serien von Spiralrippen besitzt, ist *S. v. v. laevis* zu *Perissodonta* zu stellen, da bei Wilckens' Varietät die Spiralrippen einheitliche Stärke aufweisen. *P. laevis* ist etwas schwächer berippt als das vorliegende Material aus der Neuquén Provinz. Aufgrund der identischen Skulpturierung aber der leider vorliegenden fragmentarischen Erhaltung wird das vorliegende Exemplar als *Perissodonta cf. minor* (Marshall) bezeichnet. Die Gattung *Perissodonta* war bisher nur von Seymour Island (Antarktis) und aus Neuseeland bekannt, was darauf schließen ließ, dass sie auf Ablagerungen aus kalt-temperierten Gebieten beschränkt war. Mit diesem Nachweis aus Nordpatagonien vergrößert sich die geographische Verbreitung von *Perissodonta* deutlich.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG B: BJB B+6

OP: OP 17

PBDB: Danium - Tortonium

Sepkoski: Danium - rezent

Paläobiogeographie:

Perissodonta: PBDB: Neuseeland
Antarktis (Wilckens 1911)

P. minor: Neuseeland

Struthiolariidae indet. sp. A

Tafel 15, Fig. 9

Material: 1 Exemplar (316)

Beschreibung: Nur Fragment einer Windung ist erhalten. Im posterioren Bereich ist ein schwacher Kiel ausgebildet. Die Skulptur besteht aus Spiralrippen, die auf der subsuturalen Rampe deutlich feiner ausgebildet sind als anterior des Kieles. Auf der subsuturalen Rampe befinden sich 17 feine Spiralrippen innerhalb 3 mm. Anterior des Kieles befinden sich nur etwa elf Spiralrippen auf gleicher Gehäusehöhe. Im Bereich des Kieles befinden sich möglicherweise knotige Verdickungen, die etwas in axialer Richtung verlängert sind, was jedoch aufgrund der fragmentarischen Erhaltung schwierig zu erkennen ist.

Messungen:

Nr.	H	B
316	11,7 (FR)	11,3

Diskussion: Das Vorhandensein der stärkeren Spiralrippen auf dem anterioren Windungsbereich könnte für eine Zugehörigkeit zur Familie Struthiolariidae und zur Unterfamilie Struthiolarellinae sprechen. Das Vorhandensein von Knoten im posterioren Windungsbereich ist ebenfalls ein Hinweis darauf. Die genannten Charakteristika finden sich bei Vertretern von *Struthiolarella* (siehe Zinsmeister & Camacho 1980: S. 5-7, Fig. 3 D-I, Fig. 6 A-C, G-K). Das vorliegende Exemplar kann jedoch aufgrund der schwächer ausgebildeten axialen Skulpturelemente keiner der dort beschriebenen Arten von *Struthiolarella* zugeordnet werden.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 17

Überfamilie Buccinoidea Rafinesque 1815

4.2.2.8. Familie: Buccinidae Rafinesque 1815

Unterfamilie Buccininae Rafinesque 1815

Gattung *Colus* Röding 1798

Typusart (OD): *Colus islandicus* (Gmelin 1791)

aff. *Colus delrioae* Stilwell et al. 2004

Tafel 15, Fig. 10-12

aff. 2004 *Colus delrioae* n. sp. – Stilwell et al.: S. 38-39, Taf. 7, Fig. 15-20

Material: 4 Exemplare (BA 284-287)

Beschreibung: Sieben bis acht Windungen, hochkegelförmiges bis turmförmiges Gehäuse, Mündung siphonostom. Windungen schwach konvex bis gerade. Die Windungen sind schwach gegeneinander abgesetzt, die Sutura ist leicht eingesenkt. Die Skulptur besteht aus 12-15 feinen Spiralrippen mit gleichmäßiger Stärke pro Windung. Axiale Skulpturelemente sind keine erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 284	33,5 (4 W)	14,5	
BA 286	17,0	7,0	2,43
BA 287	26,0 (5 W)	11,0	

Diskussion: Eine in der Gehäusemorphologie sehr ähnliche Form ist *Colus delrioae* (Stilwell et al. 2004: S. 38-39, Taf. 7, Fig. 15-20) aus dem Danium der Sobral Formation von Seymour Island (Antarktis). Diese unterscheidet sich jedoch vom vorliegenden Material aus dem Danium der Chubut Provinz durch die schwächere Spiralberippung und die deutlich größere Gehäusehöhe.

Macrurella (siehe Wenz 1944: S. 1141) unterscheidet sich durch niedrigere Windungen und eine schmalere Mündung vom vorliegenden Material. Möglicherweise ist das Chubut-Material in die Verwandtschaft von *Colus delrioae* zu stellen und wird daher als aff. *Colus delrioae* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 68

PBDB: Danium - rezent
Sepkoski: Ober-Eozän - rezent

Paläobiogeographie:

Colus: PBDB: Antarktis

C. delrioae: Antarktis (Stilwell et al. 2004)

Unterfamilie Siphonalinae Finlay 1928

Gattung *Penion* Fischer 1884

Typusart (OD): *Penion dilatatus* Quoy & Gaimard 1833

aff. *Penion proavitus* (Finlay & Marwick 1937)

Tafel 15, Fig. 13

aff. 1937 *Verconella proavita* n. sp. – Finlay & Marwick: S. 76, Taf. 10, Fig. 4

aff. 1994 *Penion proavitus* (Finlay & Marwick) – Stilwell: Taf. 69, Fig. 11-12, 15, 17

Material: 1 Exemplar (315)

Beschreibung: Ein fragmentarisches Exemplar mit kegelförmigem Gehäuse, Apex fehlt. Letzte Windung mit schwach ausgebildetem Kiel und schwach konvexem Verlauf anterior und posterior des Kieles. Skulptur aus elf deutlichen Spiralrippen anterior des Kieles, posterior des Kieles sind die Spiralrippen erhaltungsbedingt kaum erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B
315	13,5	9,5

Diskussion: Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine genaue Zuordnung des vorliegenden Exemplars nicht möglich. Eine ähnliche Art ist *Penion proavitus* (Finlay & Marwick 1937: S. 76, Taf. 10, Fig. 4; auch Stilwell 1994: Taf. 69, Fig. 11-12, 15, 17) aus dem Danium der Wangaloa Formation von Neuseeland. *Penion proavitus* unterscheidet sich vom vorliegenden Exemplar durch die Knoten auf dem Kiel und das Fehlen des Kieles auf dem Gewinde.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 20

PBDB: Danium - rezent

Sepkoski: Danium - rezent

Paläobiogeographie:

Penion: PBDB: Europa
Neuseeland (Stilwell 2003)

P. proavitus: Neuseeland (Finlay & Marwick 1937)

4.2.2.9. Familie Fascioliidae Gray 1853

Unterfamilie Fascioliinae Gray 1853

Gattung *Cryptorhytis* Meek 1876

Typus-Art: *Cryptorhytis fusiformis* Meek & Hayden 1876

cf. *Cryptorhytis philippiana* Wilckens 1910

Tafel 15, Fig. 14

cf. 1910 *Cryptorhytis philippiana* – Wilckens: S. 94-95, Taf. 4, Fig. 20-21

Material: 2 Exemplare (BA 165-166)

Beschreibung: Turmförmiges Gehäuse, bis zu sechs Windungen hoch. Die letzte Windung ist deutlich größer als vorhergehende Windungen. Gerade bis schwach konkave subsuturale Rampe. Die Skulptur besteht aus Axialrippen und Spiralrippen. Die Axialrippen (ca. zwölf pro Windung) reichen posterior bis an die Naht, sie sind kräftig ausgebildet und etwas schmäler als die Rippenzwischenräume. Die Spiralrippen sind etwas schwächer ausgebildet als die Axialrippen und schwanken in ihrer Stärke. Im Bereich der subsuturalen Rampe sind die Spiralrippen schwach ausgebildet. Auf dem letzten Umgang finden sich ca. 26 Spiralrippen.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 165	17,0	8,0	2,13

Diskussion: Wilckens (1910: S. 94-95, Taf. 4, Fig. 20-21) beschrieb *Cryptorhytis philippiana* aus der Ober-Kreide von Snow Hill und Seymour Island, Antarktis. Diese zeigt große Ähnlichkeit mit dem vorliegenden Material aus dem Neuquén und dem Cañadón Asfalto Be-

cken, das jedoch deutlich kleiner ist und schmalere Axialrippen besitzt. Daher wird das vorliegende Material als cf. *Cryptorhytis philippiana* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 6 - HU 18

HUR: HUR 5a - HUR 11

M 2: M 2b

PBDB: Campanium - Maastricht

Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Cryptorhytis: PBDB: Nordamerika, Antarktis

C. philippiana: Antarktis

cf. *Cryptorhytis* sp. A

Tafel 15, Fig. 15-16

Material: 3 Exemplare (307, 320, 454, BA 53)

Beschreibung: Kegel-turmförmiges Gehäuse, apikaler Bereich nicht erhalten. Siphonostome Mündung. Skulptur aus unregelmäßigen, breiten Axialrippen (ca. zehn pro Windung) und zahlreichen (bis ca. 50 auf letzter Windung mit Siphon) feineren Spiralrippen. Diese schwanken in ihrer Stärke, teilweise sind in der Windungsmitte einige Spiralrippen verstärkt.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 53	ca. 12,5	ca. 5,0	ca. 2,5
320	6,5 (FR)	5,0	
454	11,4	3,2	3,6

Diskussion: Von cf. *Cryptorhytis philippiana* unterscheidet sich cf. *Cryptorhytis* sp. durch die unregelmäßigeren und breiteren Axialrippen sowie die größere Anzahl von Spiralrippen. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine genauere Zuordnung leider nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJG 27b - BJG 19 (Maastrichtium - Danium)

BJG B: BJG B+4 (Danium)

OP: OP 17 - OP 35 (Danium)

PBDB: Campanium - Maastricht
Sepkoski: Campanium - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Cryptorhytis: PBDB: Nordamerika, Antarktis

Unterfamilie Fusininae Swainson 1840

Gattung *Taioma* Finlay & Marwick 1937

Typusart (OD): *Taioma tricarinata* Finlay & Marwick 1937

***Taioma* cf. *tricarinata* Finlay & Marwick 1937**

Tafel 15, Fig. 17-18

cf. 1937 *Taioma tricarinata* n. sp. – Finlay & Marwick: S. 72, Taf. 10, Fig. 5-7

cf. 1994 *Taioma tricarinata* Finlay & Marwick – Stilwell: Taf. 76, Fig. 10-17

Material: 5 Exemplare (293, 461, BA 47-48, BA 50)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse, letzte Windung übertrifft die vorhergehenden deutlich an Größe. Im oberen Windungsbereich befindet sich ein mit Knoten (ca. 15 pro Windung) besetzter Kiel. Die subsuturale Rampe ist gerade bis konkav. Auf der letzten Windung befinden sich zwei weitere, schwächere Kiele, die auf dem Gewinde verdeckt sind. Zwischen posteriorem und mittlerem Kiel verläuft das Gehäuse konkav. Der Abstand zwischen dem mittleren und anterioren Kiel ist deutlich geringer als derjenige zwischen dem posterioren und mittleren Kiel. Auch der mittlere Kiel zeigt teilweise eine Beknotung, die jedoch meist schwächer ist als die Beknotung des posterioren Kieles. Die Knoten sind teilweise in axialer Richtung verlängert.

Zahlreiche Spiralstreifen, die sich auch im Bereich der Kiele und Knoten verfolgen lassen. Zwischen Naht und posterioren Kiel (auf subsuturaler Rampe) ca. 14-17 Spiralstreifen, zwischen posteriorem und mittlerem Kiel ca. 12-13 Spiralstreifen und ca. 7 Spiralstreifen zwischen mittlerem und anteriorem Kiel.

Messungen:

Nr.	H	B
BA 50	22,5 (FR)	14,0

Diskussion: Wilckens (1910: S. 91-93, Taf. 4, Fig. 6a-b, 8) beschrieb *Taioma charcotiana* aus dem Campanium - Maastrichtium der Antarktis. Diese ist dem vorliegenden Material

aus der Neuquén Provinz sehr ähnlich, besitzt jedoch weniger Spiralstreifen. Ähnlich verhält es sich beim Vergleich mit *Taioma tricarinata* Finlay & Marwick (1937: S. 72, Taf. 10, Fig. 5-7) aus dem Paleozän der Wangaloa Formation Neuseelands. Griffin & Hünicken (1994: S. 266, Fig. 6.1-6.4) beschrieben *Taioma patagonica* aus dem Maastrichtium der Cerro Cazador Formation der Santa Cruz Formation, die aber ebenfalls weniger Spiralstreifen (acht bis zehn auf subsuturaler Rampe) als das vorliegende Material besitzt. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung des vorliegenden Materials ist eine genaue artliche Zuordnung nicht möglich, daher wird es als *Taioma* cf. *tricarinata* bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJG 12 - BJG 19

BJG B: BJG B+3

OP: OP 16 - OP 33

PBDB: Maastrichtium - Ypresium

Sepkoski: Maastrichtium - Danium

Paläobiogeographie:

Taioma: PBDB: Antarktis, Neuseeland
Argentinien (Griffin & Hünicken 1994)

T. tricarinata: Neuseeland (Finlay & Marwick 1937)

Fusininae indet. sp. A

Tafel 15, Fig. 19-20

Material: 2 Exemplare (295-296)

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig, ca. vier bis fünf Windungen. Gleichmäßige Windungsgrößenzunahme, Mündung siphonostom, Siphollänge moderat. Konvexe Windungsaußenseiten. Skulptur aus etwa zwölf kräftigen Axialrippen pro Windung. Spiralrippen nicht erkennbar, da die Schale nur fragmentarisch erhalten ist.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
295	ca. 51,5	32,0	ca. 1,61
296	ca. 35,5	23,5	ca. 1,51

Diskussion: Aufgrund der schlechten Erhaltung ist eine generische Zuordnung dieses Materials nicht möglich. Es besteht aber eine große Ähnlichkeit zu Vertretern der Fusininae, wie beispielsweise *Serrifusus* oder *Streptochetus*. *Serrifusus* (siehe Wenz 1944: S. 1262-1263)

unterscheidet sich jedoch durch das Vorhandensein von zwei Kielen vom vorliegenden Material aus der Chubut Provinz. *Streptochetus* (siehe Wenz 1944: S. 1264) zeigt in seiner Gehäusemorphologie eine größere Übereinstimmung mit dem vorliegenden Material als *Serrifusus*.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 5 - SM 14

Fusininae indet. sp. B

Tafel 16, Fig.1-2

Material: 1 Exemplar (314)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit etwa fünf Windungen, Siphon ausgebildet. Gerade bis schwach konkav verlaufende subsuturale Rampe, dadurch deutlich voneinander abgesetzte Windungen. Skulptur aus etwa 13 axialen Rippen pro Windung, die im mittleren Bereich knotig verdickt sind. Aufgrund der schlechten Erhaltung sind keine weiteren Skulpturelemente erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
314	57,0	37,0	1,54

Diskussion: Aufgrund der Gehäusemorphologie und der erkennbaren Skulpturierung wird das vorliegende Material in die Unterfamilie der Fusininae (Familie Buccinidae) eingeordnet. Es besteht eine große Ähnlichkeit zu Fusininae sp. A aus dem Maastrichtium der Lefipán Formation. Wegen der schlechten Erhaltung lässt sich nicht mit Sicherheit klären, ob es sich dabei um verschiedene Taxa handelt.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 42b

Überfamilie Muricoidea Rafinesque 1815

4.2.2.10. Familie Tudicidae Cossman 1901

Gattung *Fyfea* Finlay & Marwick 1937

Typusart (OD): *Fyfea lirata* Finlay & Marwick 1937

***Fyfea lirata* Finlay & Marwick 1937**

Tafel 16, Fig. 3-4

1937 *Fyfea lirata* – Finlay & Marwick: S. 74, Taf. 9, Fig. 14-15

1994 *Fyfea lirata* Finlay & Marwick – Stilwell: Taf. 72, Fig. 9-11

Material: 2 Exemplare (BA 272, BA 293)

Beschreibung: Breit-spindelförmiges Gehäuse mit kegelförmigem Gewinde, letzte Windung aufgebläht. Teleoconch umfasst ca. fünf Windungen, Protoconch aus zwei glatten Windungen. Suturen eingesenkt. Mündung birnenförmig. Skulptur aus Spiralrippen, auf der letzten Windung ca. 28 dieser im anterioren Windungsbereich etwas feineren Spiralrippen erkennbar. Außer feinen Anwachslinien keine axialen Skulpturelemente.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B	H _{IW}	H _{IW} /H
BA 272	22,5	14,0	1,61	19,0	0,84
BA 293	24,5	16,5	1,48		

Diskussion: Aufgrund der großen morphologischen Ähnlichkeit mit der Typusart *Fyfea lirata* Finlay & Marwick (1937: S. 74, Taf. 9, Fig. 14-15) aus dem Danium der Wangaloa Formation von Neuseeland, kann das vorliegende Material aus der Chubut Provinz der Gattung *Fyfea* zugeordnet werden. *Fyfea tuberculata* Finlay & Marwick (1937: S. 74-75, Taf. 9, Fig. 8), die ebenfalls aus dem Danium Neuseelands bekannt ist, unterscheidet sich durch die geringere Anzahl der Spiralrippen (ca. 17 auf letzter Windung), die teilweise beknoteten Spiralrippen und die winkelige Gehäuseaußenseite. *Fyfea beui* Griffin & Hünicken (1994: S. 269, Fig. 7.3-7.6) aus dem Danium der Cerro Dorotea Formation der Santa Cruz Provinz (Argentinien) unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch die Knoten auf den stärker hervorgehobenen Spiralrippen und durch die zwischengeschalteten schwächeren Spiralrippen. Die Übereinstimmung in Anzahl und Ausbildung der Spiralrippen spricht für eine Zuordnung zu *Fyfea lirata*.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 68

Sepkoski: Danium

Paläobiogeographie:

Fyfea: Neuseeland, Argentinien (Finlay & Marwick 1937, Griffin & Hünicken 1994)

F. lirata: Neuseeland (Finlay & Marwick)

Gattung *Pyropsis* Conrad 1860

Typusart (MT): *P. perlata* Conrad 1860

***Pyropsis* sp.**

Tafel 16, Fig. 5-7

1990 *Pyropsis* sp. – Olivero et al.: S. 130, Taf. 1 Fig. 9-10

Material: 2 Exemplare (311, BA 261)

Beschreibung: Gehäuse birnenförmig, Gewinde sehr niedrig, letzte Windung sehr groß. Subsuturale Rampe der letzten Windung annähernd horizontal. Dann folgt anterior einer markanten Kante ein schwach konkaver Bereich, der an einer gerundeten Kante endet. Große, hoch-rechteckige Apertur. Siphon (Rostrum) nicht vollständig erhalten. Bei juvenilen Formen ist das Gewinde im Vergleich zu adulten Exemplaren proportional größer und die Mündung schmaler.

Zwei spiral verlaufende Bereiche deuten auf ursprünglich vorhandene spiralförmige Knotenreihen im Bereich der gerundeten Kante der letzten Windung hin. Die markante Kante, welche die subsuturale Rampe (Schulter) begrenzt, ist knotenbesetzt. Ansonsten ist auf den Schalenresten keine Skulpturierung zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
311	14,7	12,0	1,22
BA 261	110,0	107,0	1,03

Diskussion: Für die Zugehörigkeit zur Gattung *Pyropsis* spricht die große Endwindung, das niedrige Gewinde und das Vorhandensein eines langen Siphons. Wilckens (1904: S.213-216, Taf. 18, Fig. 8-9) beschrieb *Pyropsis hombroniana* D'Orbigny aus dem Maastrichtium der Quiriquina Formation Chiles. Diese unterscheidet sich vom vorliegenden Material durch die kugeligere Windungsaußenseite. *Pyropsis zinsmeisteri* Stilwell (1993: S. 365, Fig. 4.1-6) aus dem Paleozän Neuseelands ist deutlich kleiner als *P. sp.* und besitzt im Gegensatz zu dieser eine steile, konkave subsuturale Rampe. Das vorliegende Material entspricht *Pyropsis* sp., die bereits von Olivero et al. (1990: S. 130, Taf. 1, Fig. 9-10) aus dem Arbeitsgebiet in der Chubut Provinz beschrieben wurde.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 15

SM: SM 5 - SM 26

PBDB: Cenomanium - Thanetium

Sepkoski: Turonium - Thanetium

Paläobiogeographie:

Pyropsis: PBDB: Nordamerika, Mexiko, Neuseeland, Antarktis
Europa, Indien, Afrika, Argentinien, Quiriquina, Nordamerika
(Olivero et al. 1990)

Pyropsis sp.: Chubut Provinz (Olivero et al. 1990)

Gattung *Heteroterma* Gabb 1869

Typusart (MT): *Heteroterma trochoidea* Gabb 1869

***Heteroterma* cf. *tumida* (Wilckens 1905)**

Tafel 16, Fig. 10-11

- cf. 1905 *Struthiolariopsis? tumida* – Wilckens: S. 20-21, Taf. 4, Fig. 3-4
cf. 1905 *Cominella? praecursor* – Wilckens: S. 21-22, Taf. 3, Fig. 14-15
cf. 1994 *Heteroterma? tumida* (Wilckens) – Griffin & Hünicken: S. 267, Fig. 5.5
cf. 2007 *?Pyropsis tumida* (Wilckens) – Del Río et al.: S. 252, Fig. 3 B-C

Material: 3 Exemplare (294, BA 269, BA 271)

Beschreibung: Doppelkegelförmiges (spindelförmiges) Gehäuse mit deutlichem Siphon. Konkave subsuturale Rampe posterior des konvexen Windungsbereichs. Mündung hochoval. Skulpturierung aus ca. zwölf kräftigen Axialrippen pro Windung, die auf der subsuturalen Rampe kaum wahrnehmbar sind. Etwa fünf deutliche Spiralrippen auf konvexem Windungsbereich, zur Windungsbasis schwächer werdende Spiralberippung. Auf subsuturaler Rampe fehlen Spiralrippen oder sind deutlich abgeschwächt.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 269	30,5	17,5	1,74
BA 271	20,8 (o. Siphon)	16,7	1,25

Diskussion: Das vorliegende Material unterscheidet sich von *Heteroterma* sp. A durch die geringere Anzahl von Spiralrippen (fünf statt mindestens neun) auf dem stark gewölbten, mittleren Windungsbereich und das niedrigere Gewinde. Wilckens (1905: S. 20-22, Taf. 3, Fig. 14-15, Taf. 4, Fig. 3-4) beschrieb *Struthiolariopsis? tumida* und *Cominella? praecursor* aus dem Maastrichtium der Cerro Cazador Formation der Santa Cruz Provinz. Beide Arten dürften identisch sein, wie auch schon Griffin & Hünicken (1994: S. 267, Fig. 6.5) anmerkten. Diese stellen sie in die Gattung *Heteroterma*. Das vorliegende Material aus den Provinzen Chubut und Neuquén ist den zwei von Wilckens beschriebenen Arten sehr ähnlich und wird daher als *Heteroterma* cf. *tumida* (Wilckens) bezeichnet.

Heteroterma (?) *acrita* Saul (1988: S. 14-16, Fig. 77-84) aus dem Paleozän der nordamerikanischen Pazifikküste unterscheidet sich vom vorliegenden Material dadurch, dass bei ihr die Axialrippen der vorhergehenden Windungen weitgehend von den jüngeren Windungen verdeckt werden. ? *Pyropsis gabbi* (Stanton 1896: S. 1046, Taf. 67, Fig. 3) unterscheidet sich ebenfalls durch die weiter nach posterior reichenden jüngeren Windungen und ist sehr ähnlich *Heteroterma acrita*.

Das Fehlen von zwei Knotenreihen, die bei *Heteroterma trochoidea* Gabb, der Typusart, vorhanden sind, würde für eine Zuordnung in eine andere Gattung sprechen. Jedoch ist *H. trochoidea* die einzige Spezies von *Heteroterma*, die zwei Knotenreihen besitzt und damit in diesem Merkmal nicht repräsentativ (Zinsmeister 1983: 1298-1299). Del Río et al. (2007: S. 252, Fig. 3 B, C) und Stilwell et al. (2004: S. 37) ordnen *Struthiolariopsis? tumida* zu *Pyropsis*. Dabei beschreiben Del Río et al. (2007) Material aus dem Danium der Roca Formation der La Pampa Provinz, was das Vorkommen im Danium der Jagüel und der Lefipán Formation bestätigt. Das vorliegende Material ist jedoch deutlich besser erhalten als das Material aus dem Danium der Roca Formation der La Pampa Provinz.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 22 - OP 8

SM: SM 32 - SM 68

PBDB: Maastrichtium - Eozän

Sepkoski: Dan - Thanetium

Paläobiogeographie:

Heteroterma: PBDB: Antarktis, Neuseeland
Argentinien (Griffin & Hünicken 1994), Nordamerika (Saul 1988)

H. tumida: Argentinien (Wilckens 1905, Griffin & Hünicken 1994)

***Heteroterma* sp. A**

Tafel 16, Fig. 8-9

Material: 4 Exemplare (265-266, 313, BA 270)

Beschreibung: Doppelkegelförmiges Gehäuse, Gewinde relativ hoch. Unregelmäßige, etwas wellig verlaufende Naht. Konkave subsuturale Rampe. Schmale hochovale Mündung, deutlicher Siphon. Zehn bis zwölf deutliche Axialrippen im mittleren Windungsbereich. Zahlreiche Spiralrippen, die schwächer als die Axialrippen ausgebildet sind, und vor allem im Bereich der Axialrippen stärker in Erscheinung treten. Die Spiralrippen sind dort teilweise unterschiedlich stark ausgebildet. Auf subsuturaler Rampe ca. 13 Spiralrippen. Teilweise sind auch Anwachslineien zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
265	28,0 (FR)	16,0	
BA 270	19,5	11,5	1,7

Diskussion: Im Vergleich zu *Heteroterma* cf. *tumida* (Wilckens) besitzt *H. sp. A* zahlreichere Spiralrippen auf der subsuturalen Rampe.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium - Danium

BJG: BJC 20 (Danium)

OP: OP 11 - OP 3 (Danium)

SM: SM 14 - SM 18 (Maastrichtium)

PBDB: Maastrichtium - Eozän

Sepkoski: Dan - Thanetium

Paläobiogeographie:

PBDB: Antarktis, Neuseeland

Argentinien (Griffin & Hünicken 1994)

***Saulopsis* sp. A**

Tafel 16, Fig. 12

Material 1 Exemplar (264)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit sehr langem Siphon, siphonostome Mündung. Gewinde nicht erhalten, vorletzte Windung ist jedoch nicht viel kleiner als letzte. Subsuturale Rampe gerade bis schwach konkav. Auf dem letzten Umgang ca. 15 deutliche Axialrippen,

die sich aber nicht auf die subsuturale Rampe fortsetzen. Die Axialrippen sind in ihrem posterioren Bereich am breitesten ausgebildet. Spiralrippen sind vor allem im Bereich der Axialrippen gut erkennbar (ca. zehn), Suturalrampe scheint glatt zu sein, bzw. sind die Spiralrippen hier aufgrund der Erhaltung nicht zu erkennen.

Messungen:

Nr.	H	B
264	26,5 (2 W)	12,3

Diskussion: Marshall (1917: S. 453, Taf. 35, Fig. 20-21) beschrieb *Heteroterma zelandica* aus dem Danium der Wangaloa Formation von Neuseeland, die von Stilwell (1994: Taf. 70, Fig. 5, 9, 12-18) der von ihm aufgestellten neuen Gattung *Saulopsis* zugeordnet wird. Diese stimmt in ihrer Skulpturierung gut mit dem vorliegenden Exemplar überein, das allerdings einen längeren Siphon hat. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine nähere Bestimmung leider nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP Danium (nicht horizontiert)

Paläobiogeographie:

Neuseeland (Stilwell 1994)

***Saulopsis* sp. B**

Tafel 16, Fig. 13

Material: 1 Exemplar (318)

Beschreibung: An dem fragmentarischen Exemplar ist nur ein Teil der letzten Windung erkennbar. Diese ist deutlich konvex, ein langer Siphon ist ausgebildet. Etwa elf bis zwölf Axialrippen pro Windung, die im mittleren Bereich knotig verdickt sind. Als weiteres Skulpturelement sind feine Spiralrippen vorhanden. Diese sind sehr regelmäßig in ihrer Stärke. Auf der letzten Windung sind 10, auf dem Siphon mindestens 14 weitere Spiralrippen erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B
318	17,0	9,5

Diskussion: Von *Saulopsis* sp. A unterscheidet sich das vorliegende Exemplar durch die feineren Axialrippen und Spiralrippen. Des Weiteren ist keine deutliche Suturalrampe er-

kennbar. Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung ist eine sichere generische Zuordnung nicht möglich.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 8

Paläobiogeographie:

Neuseeland (Stilwell 1994)

4.2.2.11. Familie Pseudolividae Cossmann 1901

Pseudolividae indet. sp. A

Tafel 16, Fig. 14-16

Material: 2 Exemplare (BA 273-274)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit sechs Windungen. Protoconch mit ca. zwei Windungen, skulpturlos. Die letzte Windung übertrifft die vorhergehenden deutlich an Größe, ist über vier mal höher als das Gewinde. Mündung sehr hoch, posterior schmaler werdend. Windungen verlaufen im posterioren Bereich horizontal zur Suture, d.h. es ist eine gerade verlaufende subsuturale Rampe vorhanden. Daher sind die Windungen stufig gegeneinander abgesetzt. Skulptur aus ca. 12-14 markanten Axialrippen pro Windung, die etwas gebogen verlaufen und im anterioren Bereich der letzten Windung verschwinden. Die Rippen stehen etwas über den flachen posterioren Windungsteil hinaus. Auf der letzten Windung verschwinden die Axialrippen teilweise. Dort sind nur Spiralrippen vorhanden, die an der Basis etwas stärker ausgeprägt sind. Auf der unteren Hälfte der letzten Windung setzt eine deutliche, spiral verlaufende Furche an. Diese ist etwa 1/3 der Windungshöhe vom abapikalen Ende entfernt.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
BA 273	27,0	16,0	1,69
BA 274	24,0	15,0	1,60

Diskussion: Die deutliche, spiral verlaufende Grube („pseudolivid groove“) auf der letzten Windung ist typisch für Vertreter der Familie Pseudolividae (Vermeij 1998). Ein glatter Protoconch wird auch von anderen Vertretern der Pseudolividae (Kiel 2001: S. 101, Taf. 30, Fig. 15-17) beschrieben. Auch die an der Basis stärker werdende Spiralberippung und das Verschwinden der Axialrippen im anterioren Windungsbereich sprechen für eine Zuordnung

zu dieser Familie. Vermeij (1998) lieferte in seiner Revision eine gute Übersicht über die Gattungen der Pseudolividae. Demnach kann das vorliegende Material jedoch keiner der bisher beschriebenen Gattungen der Familie Pseudolividae zugeordnet werden. Diese unterscheiden sich oftmals durch die fehlenden Axialrippen (*Pseudoliva*, *Fulmentum*, *Naudoliva*, *Zemira*, *Macron*), durch die auf das Gewinde beschränkten Axialrippen (*Hubachia*, *Triumphis*, *Testallium*), eine proportional kleinere Endwindung (*Fusopsis*, *Sulcoliva*, *Fusulculus*), eine nicht gerade verlaufende subsuturale Rampe (*Luizia*) oder eine posterior gleichmäßig gerundete letzte Windung (*Benthobia*). *Sulcobuccinum* ist in der relativ hohen Position der Pseudolividen-Grube sehr ähnlich und besitzt ebenfalls Axialrippen. Jedoch ist das vorliegende Material durch die gerade verlaufende suturale Rampe deutlich von *Sulcobuccinum* zu unterscheiden.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 65 - SM 68

Vermeij 1998: Ober-Kreide - rezent

Überfamilie Conoidea Rafinesque 1815

4.2.2.12. Familie Turridae Swainson 1840

Unterfamilie Turrinae Swainson 1840

Gattung *Parasyrinx* Finlay 1924

Typusart (OD): *Parasyrinx* (*Parasyrinx*) *alta* (Harris 1897) [= *Pleurotoma alta*; incl. *Pl. pagoda* Hutton 1873]

cf. *Parasyrinx* sp.

Tafel 17, Fig. 1

Material: 1 Exemplar (321)

Beschreibung: Hochkegelförmiges Gehäuse mit etwa sieben bis acht Windungen. Mündung siphonostom. Windungen mit deutlichem Kiel, der auf dem Gewinde näher an der anterioren Sutura gelegen ist. Posterior des Kieles schwach konkave subsuturale Rampe. Skulptur aus Spiralrippen, die posterior des Kieles feiner sind als anterior des Kieles.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
321	16,0	6,0	2,67

Diskussion: Aufgrund der Ähnlichkeit zu einigen Vertretern der Turridae wird das vorliegende Exemplar dieser Familie zugeordnet. Der bei den Turridae vorhandene Analsinus ist beim vorliegenden Exemplar erhaltungsbedingt nicht erkennbar. Eine ähnliche Gattung ist *Parasyrinx* (Finlay 1924: S. 514), die von der Ober-Kreide bis zum Miozän Neuseelands vorkam. Diese gleicht dem vorliegenden Exemplar in der Ausbildung der Kiele, der Gehäusemorphologie und der Ausbildung eines Siphos. Jedoch fehlt bei *Parasyrinx* meist die spiralige Berippung. *Parasyrinx finlayi* Allan (1926: S. 344, Taf. 77, Fig. 5) aus dem Waihao Grünsand Neuseelands besitzt zwar Spiralrippen, weist aber eine deutlichere Bekielung als das vorliegende Exemplar auf.

Fusus subspiralis Ortmann (1902: S. 221, Taf. 23, Fig. 19) aus den Lower Magellanian Beds Patagoniens unterscheidet sich durch den weiter posterior positionierten Kiel, der auf dem Gewinde mittig zwischen den Suturen liegt, vom vorliegenden Exemplar. Zinsmeister (1983: S. 1300, Fig. 3 V-W) beschrieb *Parasyrinx hickmani* aus dem Paleozän von Kalifornien. Im Vergleich zum vorliegenden Material besitzt *P. hickmani* ein niedrigeres Gewinde und einen auf dem Gewinde direkt über der Sutura liegenden Kiel. Wegen der großen Übereinstimmung kann das Exemplar aus dem Maastrichtium der Lefipán Formation in die nähere Verwandtschaft von *Parasyrinx* gestellt werden und wird daher als cf. *Parasyrinx* sp. bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM 7

PBDB: Bartonium - Miozän

Sepkoski: Danium - Miozän

Paläobiogeographie:

Parasyrinx: Neuseeland

Turridae indet.

Tafel 17, Fig. 2

Material: 1 Exemplar (327)

Beschreibung: Hochkegelförmiges Gehäuse mit sechs bis sieben Windungen. Mündung leider nicht erhalten, wahrscheinlich siphonostom. Auf den Windungen des Gewindes befindet sich ein markanter Kiel, der deutlich näher an der anterioren Sutura positioniert ist. Ober-

halb und unterhalb des Kieles verläuft die Gewindeaußenseite konkav. Auf der letzten Windung befindet sich anterior des Kieles noch ein weiterer, aber deutlich schwächerer, Kiel. Zwischen diesen beiden Kielen verläuft die Gehäuseaußenseite schwach konkav. Skulpturierung ist erhaltungsbedingt kaum erkennbar, nur an der Basis der letzten Windung sind Spiralrippen vorhanden.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B
327	17,4	8,5	2,05

Diskussion: Aufgrund der Ähnlichkeit zu cf. *Parasyrinx* wird das vorliegende Exemplar zu den Turridae gestellt. Im Unterschied zu cf. *Parasyrinx* sind hier aber auf der Endwindung zwei Kiele vorhanden. Die rezente Gattung *Eucyclotoma* (siehe Wenz 1944: S. 1451, Abb. 4106) ähnelt dem vorliegenden Exemplar in der Ausbildung der Kiele. Bei *Eucyclotoma* liegt der Kiel jedoch mittig zwischen den Suturen.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

EC: EC below 1

Überfamilie Epitonioida 1910

4.2.2.13. Familie Epitoniidae Berry 1910

Gattung *Acirsa* Mörch 1857

Typusart (OD): *Scalaria borealis* Beck 1839

cf. *Acirsa* (*Notacirsa*) *parvicostata* (Marshall 1917)

Tafel 17, Fig. 3

cf. 1917 *Acirsa* (*Notacirsa*) *parvicostata* – Marshall: S. 451, Taf. 14, Fig. 3

Material: 1 Exemplar (BA 288)

Beschreibung: Hochkegelförmiges Gehäuse (turritellat), Spitze fehlt. Mündung nicht erhalten. Die Windungen nehmen gleichmäßig an Größe zu. Horizontal verlaufende Subsuturalrampe. Die posterioren Windungen sind konvex, die anterioren konkav. Die Skulptur besteht aus Axialrippen und Spiralrippen. Die Spiralrippen sind deutlich schwächer als die Axialrippen ausgebildet, ihre Stärke ist gleichmäßig. Auf der letzten erhaltenen Windung befinden sich über 30 Spiralrippen. Die Anzahl der Axialrippen pro Windung nimmt im Laufe der Ontogenese zu. Auf der letzten Windung ca. 15 Axialrippen. Die Stärke der Axialrippen nimmt

dagegen ab, zuletzt sind fast nur knotige Rippenansätze im posterioren und anterioren Windungsbereich erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B
BA 288	23,0 (oA)	10,0

Diskussion: Ein dem vorliegenden Material ähnliches Taxon ist *Acirsa* (*Notacirsa*) *parvicostata* (Marshall 1917: S. 451, Taf. 14, Fig. 3) aus den Wangaloa Beds von Neuseeland. Beim vorliegenden Material zeigen die Windungen im Gegensatz zu *Acirsa* (*Notacirsa*) *parvicostata* jedoch mit der Abnahme der Axialrippenstärke einen konkaven Windungsaußenseitenverlauf auf den letzten Windungen.

Stratigraphische Reichweite: Danium

SM: SM 68

PBDB:	<i>Acirsa</i> :	Callovium - rezent	<i>Notacirsa</i> :	Eozän - Miozän
Sepkoski:	<i>Acirsa</i> :	Aptium - rezent	<i>Notacirsa</i> :	Eozän - Miozän

Paläobiogeographie:

<i>Acirsa</i> :	PBDB:	Nordamerika, Europa, Neuseeland
<i>Notacirsa</i> :		Neuseeland (Stilwell 1994, 2003)

Unterklasse Opisthobranchia Milne-Edwards 1848

4.2.3. Ordnung Cephalaspidea Fischer 1887

Überfamilie Acteonoidea d'Orbigny 1835

4.2.3.1. Familie Acteonidae d'Orbigny 1835

Gattung *Acteon* Montfort 1810

Typusart (MT): *Acteon tornatilis* Montfort 1810 (= *Voluta tornatilis* Linné)

***Acteon australis* Feruglio 1936**

Tafel 17, Fig. 4-5

1936 *Actaeon australis* – Feruglio: S. 164, Taf. 19, Fig. 3a-b

Material: 4 Exemplare (284, 312, BA 179-180)

Beschreibung: Spindelförmiges Gehäuse mit fünf bis sechs Windungen. Die letzte Windung ist sehr groß, ihre Höhe beträgt ca. 78% der Gesamthöhe. Die Windungen sind schwach konvex und an den Suturen deutlich gegeneinander abgesetzt. Die Apertur ist hochoval, posterior deutlich schmaler werdend. Die Skulptur besteht aus zahlreichen feinen Spiralgruben, von denen auf der letzten Windung über 30 vorhanden sind.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B	H _{IW}	H _{IW} /H
284	14,2	6,6	2,15	11,1	0,78
BA 179	18,0 (oA)	8,0			
BA 180	10,5	5,0	2,1	8,2	0,78

Diskussion: Feruglio (1936: S. 164, Taf. 19, Fig. 3a-b) beschrieb *Actaeon australis* aus dem Senon aus der Nähe der Estancia Anita (Lago Argentino, Santa Cruz Provinz). Diese zeigt in Größe, Proportionen und Skulpturierung große Übereinstimmung mit dem vorliegenden Material. Die bei *Acteon* vorhandene Spindelfalte ist beim vorliegenden Material nicht erkennbar, daher ist die generische Zuordnung nicht gesichert.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

BJG: BJG 23

HUR: HUR 7 - HUR 10

SM: SM 5 - SM 7

PBDB: Valanginium - rezent

Sepkoski: Turonium - rezent

Paläobiogeographie:

Acteon: PBDB: Nordamerika, Afrika, Europa
Neuseeland, Australien (Stilwell 2003)

A. australis: Argentinien (Maastrichtium)

***Acteon* sp.**

Tafel 17, Fig. 6

Material: 1 Exemplar (300)

Beschreibung: Breit-spindelförmiges Gehäuse mit fünf Windungen. Die letzte Windung ist sehr groß, ihre Höhe beträgt etwa 83% der Gesamthöhe. Windungen konvex, Suturen etwas eingesenkt. Die Mündung ist sehr hoch und schmal. Die Skulptur besteht aus feinen Spiralgruben.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B	H _{IW}	H _{IW} /H
300	13,2	7,6	1,74	11,0	0,83

Diskussion: Im Vergleich zu *Acteon australis* Feruglio besitzt *Acteon* sp. ein deutlich kleineres Höhen/Breiten-Verhältnis. *Acteon wangaloa* (Finlay & Marwick 1937: S. 89-90, Taf. 13, Fig. 9, 12-14) aus dem Danium Neuseelands besitzt eine breitere Mündung als *Acteon* sp. Aufgrund der Ähnlichkeit zu einigen *Acteon*-Arten wird das vorliegende Material ebenfalls zu *Acteon* gestellt. Allerdings ist auch hier keine Spindelfalte erkennbar, so dass die generische Zuordnung fraglich bleibt.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

LF: LF 2

PBDB: Valanginium - rezent

Sepkoski: Turonium - rezent

Paläobiogeographie:

Acteon: PBDB: Nordamerika, Afrika, Europa
Neuseeland, Australien (Stilwell 2003)

Gattung *Tornatellaea* Conrad 1860

Typusart (MT): *Tornatellaea bella* Conrad 1860

***Tornatellaea* sp.**

Tafel 17, Fig. 10-11

Material: 3 Exemplare (304-305, 310)

Beschreibung: Fragmentarische Erhaltung, meist nur Teile der letzten Windung vorhanden. An einem Exemplar ist die Basis des Gewindes erkennbar. Letzte Windung groß, Windungen an Suturen deutlich abgesetzt, d.h. Windungen bilden posterior eine Schulter aus. Mündung wahrscheinlich nicht sehr hoch. Skulptur aus zahlreichen, schmalen Spiralfurchen, ca. 38 auf letztem Umgang.

Messungen:

Nr.	Hlw	B
304	>6,0	ca. 5,6
310	7,0	3,5

Diskussion: Die niedrige Mündung und die geschulterten Windungen des vorliegenden Materials sprechen für eine Zugehörigkeit zur Gattung *Tornatellaea*. Finlay & Marwick (1937: S. 90-91, Taf. 13, Fig. 16-17) beschrieben *Tornatellaea morbosa* aus dem Danium der Wangaloa Formation Neuseelands. Diese besitzt jedoch eine glatte Schulterregion und weist weniger Spiralfurchen (15-20) auf als das vorliegende Material. Von Griffin & Hünicken (1994: S. 269-270, Fig. 8.1-8.2) wurde ähnliches Material aus dem Danium der Cerro Dorotea Formation der Santa Cruz Provinz als *Tornatellaea* cf. *T. morbosa* beschrieben. Dieses besitzt mit 30-35 Spiralfurchen deutlich mehr Spiralfurchen als *Tornatellaea morbosa* und dürfte damit eher dem vorliegenden Material aus dem Neuquén Becken ähneln.

Stratigraphische Reichweite: Danium

BJG: BJK 3 - BJK 18

OP: OP 9 - OP 1

PBDB: Callovium - Rupelium

Sepkoski: Sinemurium - Miozän

Paläobiogeographie:

PBDB: Nordamerika, Europa, Afrika

Australien, Neuseeland (Stilwell 2003), Südamerika (Griffin & Hünicken 1994)

Überfamilie Ringiculoidea Philippi 1853

4.2.3.2. Familie Ringiculidae Philippi 1853

Gattung *Cinulia* Gray 1847

Typusart *Auricula globulosa* Deshayes (SD Gray 1847)

***Cinulia pauper* Wilckens 1905**

Tafel 17, Fig. 7-9

1905 *Cinulia pauper* – Wilckens: S. 23-24, Fig 6a-b

1994 *Cinulia? pauper* Wilckens – Griffin & Hünicken: S. 270, Fig. 8.5-8.6

Material: 11 Exemplare (285-291, 303, 323, BA 177-178)

Beschreibung: Kugeliges Gehäuse mit vier bis fünf Windungen, Gewinde sehr niedrig, ragt kaum über große letzte Windung hinaus. Mündung oval, Innenlippe etwas verdickt. Skulptur aus zahlreichen feinen, spiral verlaufenden Furchen (ca. 33 auf der letzten Windung), die an der Windungsbasis dichter aneinander liegen.

Messungen:

Nr.	H	B	H/B	H _{IW}	H _{IW} /H
285	11,5	10,0	1,15	10,2	0,89
286	9,7	8,2	1,18		
287	9,8	7,6	1,29	8,8	0,90
288	7,2	6,6	1,09		
289	10,0	8,6	1,16		
290	8,2	6,7	1,22		
323	9,2	9,0	1,02		
BA 177	11,5	7,5	1,53		
BA 178	11,5	8,5	1,35		

Diskussion: *Cinulia pauper* Wilckens (1905: S. 23-24, Taf. 4, Fig. 6a-b) aus der Oberkreide von Baguales (Santa Cruz Provinz) entspricht dem vorliegenden Material aus der Chubut Provinz. Auch Griffin & Hünicken (1994: S. 270, Fig. 8.5-8.6) beschrieben vergleichbares Material aus dem Maastrichtium der Cerro Cazador Formation der Santa Cruz Provinz.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11

HUR: HUR 7

LF: LF 2 - LF 6

PBDB: Albium - Danium

Sepkoski: Neokom - Maastrichtium

Paläobiogeographie:

Cinulia: PBDB: Antarktis, Nordamerika
Argentinien (Wilckens 1905; Griffin & Hünicken 1994)
C. pauper: Argentinien (Wilckens 1905; Griffin & Hünicken 1994)

Überfamilie Philinoidea Gray 1850

4.2.3.3. Familie Scaphandridae Montfort 1810

Gattung *Priscaphander* Finlay & Marwick 1937

Typusart (OD): *Haminea cingulata* Marshall 1917

***Priscaphander* sp. A**

Tafel 17, Fig. 12

Material: 1 Exemplar (BA 56)

Beschreibung: Große, oval-eiförmige letzte Windung, Gewinde verdeckt. Mündung nicht erkennbar. Skulptur aus feinen Spiralgruben, auf Endwindung ca. 26 erkennbar.

Messungen:

Nr.	H	B
BA 56	9,1	6,3

Diskussion: Die Skulpturierung und die große Endwindung ermöglicht die Zuordnung zu den Scaphandridae. Wegen der ovalen Form kann das vorliegende Material unter Vorbehalt als *Priscaphander* sp. bezeichnet werden. *P. braccacinii* aus dem Danium der Cerro Dorotea Formation der Santa Cruz Provinz (Griffin & Hünicken 1994: S. 271-272, Fig. 8.10-8.13) unterscheidet sich durch die schmalere Endwindung vom vorliegenden Material. *P. sanjosen-sis* aus dem Danium der Cerro Cazador Formation (Griffin & Hünicken 1994: S. 270 – 271, Fig. 8.8-8.9) besitzt schmalere Grubenzwischenräume als das Material aus der Neuquén Provinz.

Del Río et al. (2007: S. 253, Fig. 3 J) beschrieben mit *Priscaphander* sp. aus dem Danium der Roca Formation von Cerros Bayos, La Pampa Provinz, einen Vertreter dieser Gattung, der sich jedoch durch die geringere Anzahl (13) der Spiralgruben vom vorliegenden Material unterscheidet. In der selben Arbeit (S. 253-254, Fig. 3 O, P) wird Scaphandridae gen. et. sp. indet. beschrieben. Bei diesem Material ist jedoch keine Skulpturierung erhalten, weshalb ein Vergleich mit dem vorliegenden Material nicht möglich ist.

Stratigraphische Reichweite: Danium

OP: OP 25 - OP 35

PBDB: Danium – Miozän

Sepkoski: Danium

Paläobiogeographie:

PBDB: Neuseeland

Argentinien (Griffin & Hünicken 1994; Del Rio et al. 2007)

***Priscaphander* sp. B**

Tafel 17, Fig. 13

Material: 1 Exemplar (317)

Beschreibung: Ein fragmentarisches Exemplar, das nur Teile einer Windung zeigt. Hohe, schmale Windung mit breiten Spiralrippen.

Messungen:

Nr.	H	B
317	8,0	4,0

Diskussion: Von *Priscaphander* sp. A unterscheidet sich das vorliegende Exemplar durch die abweichende Skulpturierung. *P.* sp. A besitzt schmale Spiralgruben, während *P.* sp. B breitere Rippenzwischenräume besitzt und daher hier von Spiralrippen gesprochen werden kann. Dadurch unterscheidet es sich auch deutlich von *P. bracaccinii* (Griffin & Hünicken 1994: S. 271-272, Fig. 8.10-8.13) aus dem Danium der Santa Cruz Provinz.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

SM: SM KT 4

PBDB: Danium - Miozän

Sepkoski: Danium

Paläobiogeographie:

PBDB: Neuseeland

Argentinien (Griffin & Hünicken 1994; Del Rio et al. 2007)

Gastropoda indet. sp. A

Tafel 17, Fig. 14

Material: 1 Exemplar (322, BA 187)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit ca. fünf Windungen. Diese sind durch flache Suturalrampen deutlich voneinander abgesetzt. Skulptur aus gleichmäßig starken Spiralrippen, von denen auf dem Gewinde pro Windung jeweils sechs bis sieben erkennbar sind.

Messungen:

Nr.	H	B
BA 187	5,5	5,5

Diskussion: Das vorliegende Exemplar lässt sich keiner der bisher aus den Arbeitsgebieten identifizierten Arten zuordnen. Auch die Zuordnung in eine höhere taxonomische Einheit ist problematisch, weshalb das vorliegende Exemplar als Gastropoda sp. A bezeichnet wird.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HU: HU 11

Gastropoda indet. sp. B

Tafel 17, Fig. 15

Material: 2 Exemplare (BA 185-186)

Beschreibung: Kegelförmiges Gehäuse mit schwach konvexen Windungen. Der Apikalwinkel liegt zwischen 50 und 60°. Die Nähte sind schwach eingesenkt. Die Skulptur besteht aus zahlreichen feinen Spiralrippchen.

Messungen:

Nr.	H	B
BA 185	9,5	7,5

Diskussion: Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung und der nicht erkennbaren Mündung ist leider keine nähere Bestimmung dieser Exemplare möglich. Daher wird das vorliegende Material als Gastropoda sp. B bezeichnet.

Stratigraphische Reichweite: Maastrichtium

HUR: HUR 7

5. Fototafeln

TAFEL 1

Fig. 1-2. *Nucula (Leionucula) suboblonga* WILCKENS 1905. **1:** Exemplar 27, SM 40, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3,2. **2:** Exemplar 26, SM 39b, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,5.

Fig. 3. *Nucula* sp. Exemplar 339, SM 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abdruck einer rechten Klappe; x 6,5.

Fig. 4-5. *Australoneilo gracilis* (WILCKENS 1905). **4:** Exemplar 5, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1,7. **5:** Exemplar 1, OP, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1,8.

Fig. 6-7. *Neilo (Neilo) pencana* (PHILIPPI 1887). **6:** Exemplar BA 196, M 2a, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,4. **7:** Exemplar 217, BJG 26, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3,6.

Fig. 8. *Spineilo* cf. *elongata* (MARSHALL 1917). Exemplar BA 195, SM 57, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abdruck einer linken Klappe; x 6,7.

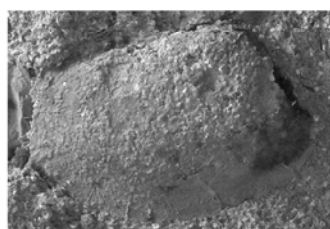
Fig. 9. *Neilo* sp. Exemplar 368, SM 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,5.

Fig. 10-11. *Yoldia (Calorhadia) perdita* (FERUGLIO 1935). **10:** Exemplar 6, OP 7, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3. **11:** Exemplar 7, OP 7, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 5.

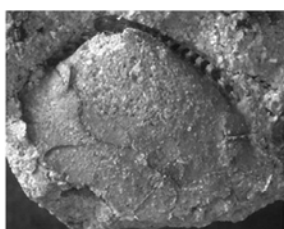
Fig. 12-13. *Nuculana* cf. *amuriensis* WOODS 1917. **12:** Exemplar BA 3, OP 27, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 13,8. **13:** Exemplar 380, OP 6, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 10,6.

Fig. 14-15. *Saccella* cf. *tumida* (FERUGLIO 1935). **14:** Exemplar BA 57, HU 19, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 12. **15:** Exemplar BA 205, SM 67, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 9,2.

TAFEL 1



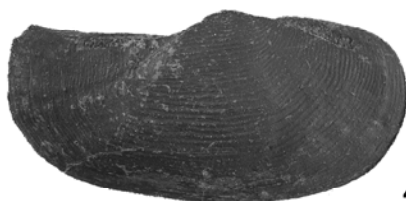
1



2



3



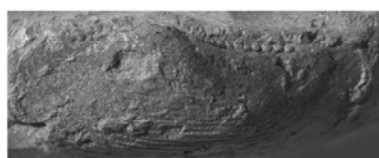
4



5



6



7



8



9



10



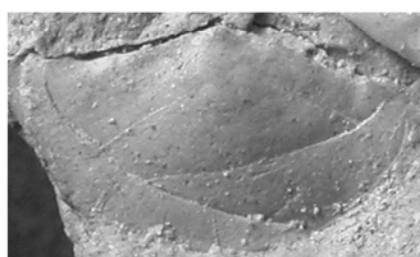
11



12



13



14



15

TAFEL 2

Fig. 1-3. *Ledina lepida* (FERUGLIO 1935). **1:** Exemplar BA 200, SM 54, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 6,5. **2:** Exemplar BA 203, SM 64, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,2. **3:** Exemplar 182, SM 42, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 4.

Fig. 4-5. Grammatodontinae indet. sp. A. **4:** Exemplar 375, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken (?) Klappe; x 13,7. **5:** Exemplar 330, SM 12, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 6,6.

Fig. 6-8. *Nemodon sulcatus* (EVANS & SHUMARD 1857). **6:** Exemplar BA 7, OP 30, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3. **7:** Exemplar 16, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 1,9. **8:** Exemplar BA 8, OP 30, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 5,3.

Fig. 9. *Cucullaea* sp. A. Exemplar 32, OP, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 2,3.

Fig. 10-11. *Cucullaea* (*Cucullastis*) *barbara* FINLAY & MARWICK 1937. **10:** Exemplar BA 208, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,3. **11:** Exemplar BA 209, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 2,7.

Fig. 12. *Cucullaea* cf. *antarctica* WILCKENS 1905. Exemplar 31, LF 6, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Extern; x 1,2.

Fig. 13-14. *Cucullaea* sp. C. **13:** Exemplar BA 68, HU 29, Danium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,4. **14:** Exemplar BA 68, HU 29, Danium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, intern; x 1,4.

TAFEL 2



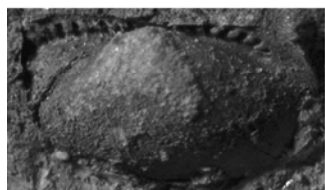
1



2



3



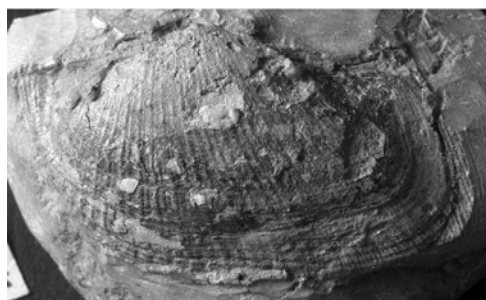
4



5



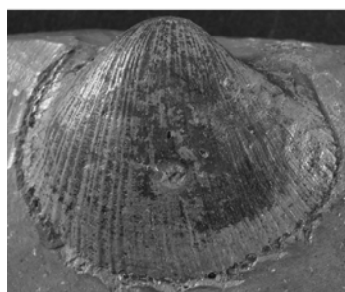
6



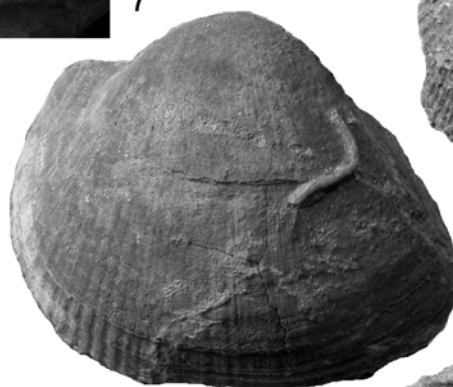
7



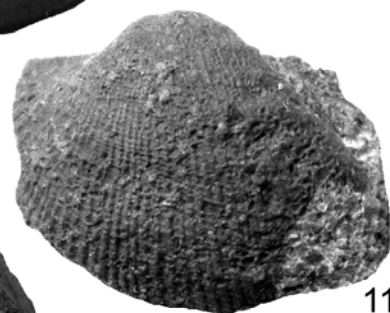
8



9



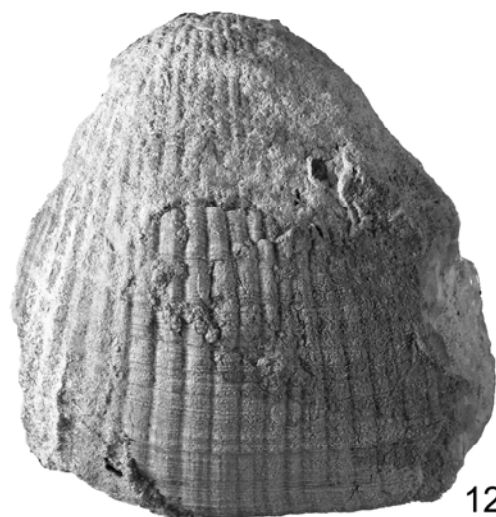
10



11



14



12



13

TAFEL 3

Fig. 1-3. *Glycymeris (Glycymeris) cf. feruglioi* PETERSEN 1940. **1:** Exemplar BA 69, HU 28, Danium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Extern, x 1,4. **2:** Exemplar BA 69, HU 28, Danium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Intern, x 1,4. **3:** Exemplar BA 71, HU 28, Danium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Schlossregion intern, x 2.

Fig. 4-5. *Arcomytilus cf. primigenius* STINNESBECK 1986. **4:** Exemplar BA 210, SM 53, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 4,8. **5:** Exemplar BA 34, OP 32, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 4.

Fig. 6-7. *Brachidontes* sp. **6:** Exemplar 170, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 2,4. **7:** Exemplar 169, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,8.

Fig. 8. *Musculus* sp. Exemplar BA 86, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,3.

Fig. 9. *Modiolus* sp. A. Exemplar BA 35, OP 32, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,8.

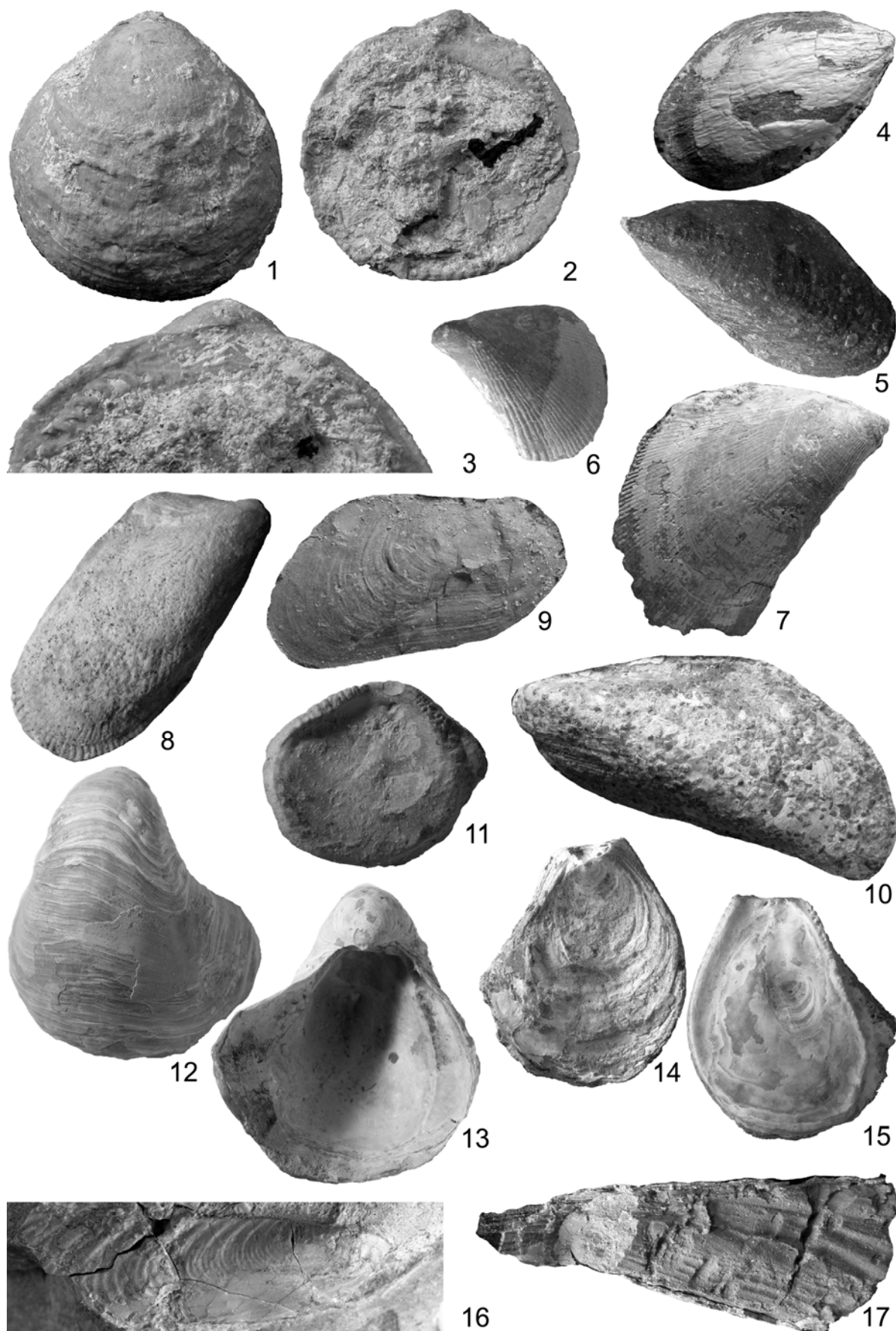
Fig. 10. *Modiolus* sp. B. Exemplar BA 88, HU 1, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe mit Schalenresten; x 2,4.

Fig. 11-15. *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* (BÖHM 1903). **11:** Exemplar 390, BJG 15, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, intern; x 2,4. **12:** Exemplar 391, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern, x 2. **13:** Exemplar 391, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, intern; x 2. **14:** Exemplar 79, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2. **15:** Exemplar 79, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, intern; x 2.

Fig. 16. *Inoperna* sp. Exemplar 167, SM 20, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2.

Fig. 17. *Pinna cf. freneixae* ZINSMEISTER & MACELLARI 1988. Exemplar BA 36, OP 30, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 1,8.

TAFEL 3



TAFEL 4

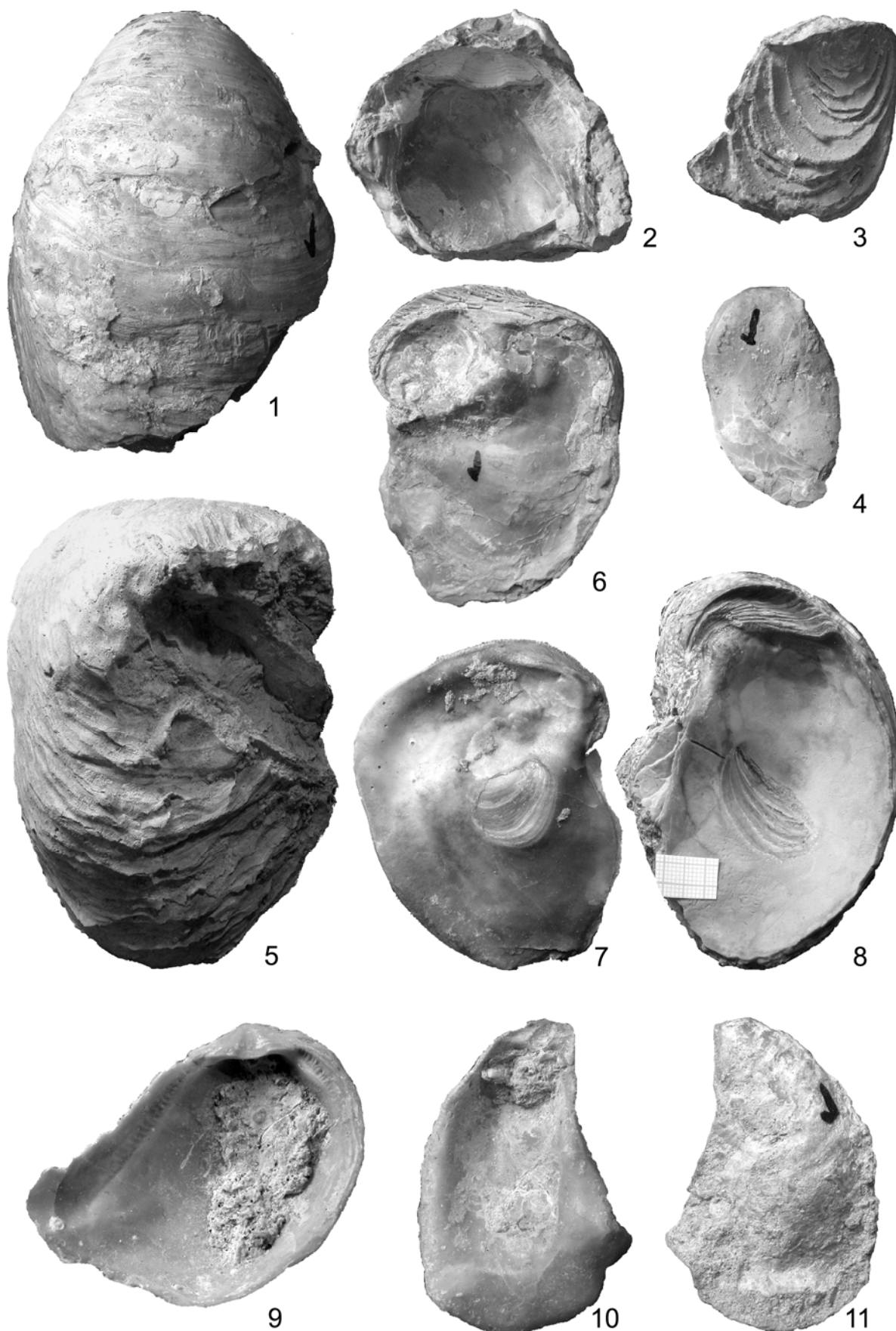
Fig. 1-2. *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (LAMARCK 1806). **1:** Exemplar BA 13, BJG B-1, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 0,9. **2:** Exemplar 83, BJG 27, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, intern; x 1.

Fig. 3-4. *Gryphaeostrea callophylla* (IHERING 1903). **3:** Exemplar 80, OP 5, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,2. **4:** Exemplar BA 12, OP 32, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, intern; x 1,7.

Fig. 5-8. *Amphidonte mendozana* (IHERING 1907). **5:** Exemplar BA 106, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 0,7. **6:** Exemplar BA 108, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 0,9. **7:** Exemplar BA 108, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, intern; x 0,9. **8:** Exemplar BA 109, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, intern; x 0,7.

Fig. 9-11. *Ostrea wilckensi* IHERING 1907. **9:** Exemplar BA 114, HUR 5, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, intern; x 2,3. **10:** Exemplar BA 113, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, intern; x 1,5. **11:** Exemplar BA 113, HU 16, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,5.

TAFEL 4



TAFEL 5

Fig. 1-2. cf. *Ostrea vulselloides* WILCKENS 1905. **1:** Exemplar BA 33, BJG B+1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe (?), extern; x 2,6. **2:** Exemplar BA 33, BJG B+1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe (?), intern; x 2,6.

Fig. 3-5. *Ambigostrea clarae* (IHERING 1907). **3:** Exemplar BA 295, GRB 1, Maastrichtium der Roca Formation, Río Negro Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,3. **4:** Exemplar BA 295, GRB 1, Maastrichtium der Roca Formation, Río Negro Provinz. Rechte Klappe, intern; x 1,3. **5:** Exemplar BA 111, HUR, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 2.

Fig. 6. *Gervillia?* sp. Exemplar 171, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,3.

Fig. 7-8. *Phelopteria* sp. **7:** Exemplar 44, BJG 23, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe mit Schalenresten, extern; x 3. **8:** Exemplar 47, BJG 25, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 4,7.

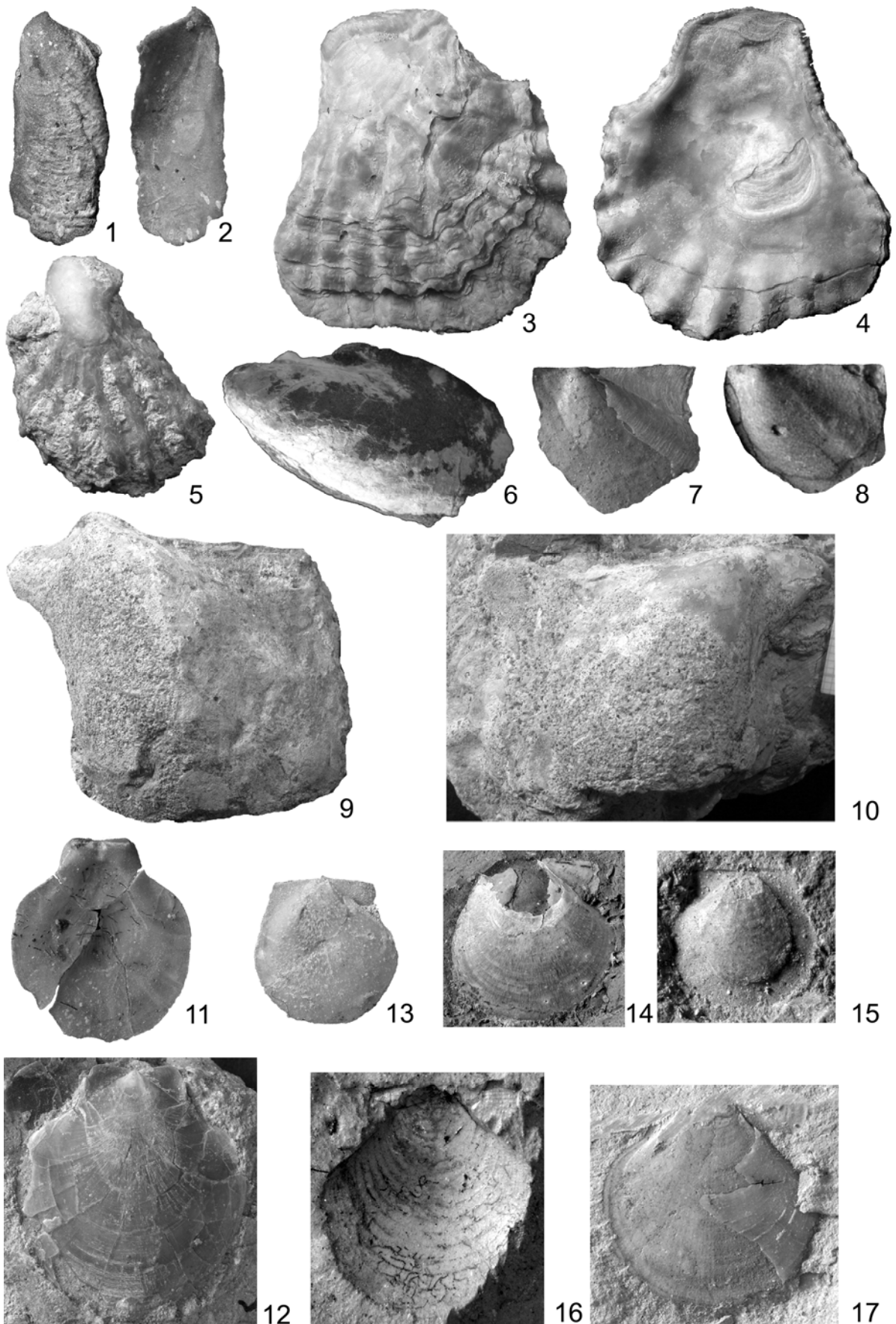
Fig. 9-10. *Bakevellia* sp. **9:** Exemplar BA 73, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe mit Schalenresten, extern; x 1,3. **10:** Exemplar BA 74, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe mit Schalenresten, extern; x 1,5.

Fig. 11-12. *Entolium (Entolium) membranaceum* (NILSSON 1827). **11:** Exemplar 35, BJG 24, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Intern; x 2. **12:** Exemplar 33, BJG 28, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 1,4.

Fig. 13-15. *Camptonectes (Camptonectes)* sp. **13:** Exemplar BA 23, OP 20, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 5,3. **14:** Exemplar BA 24, OP 28, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 4,3. **15:** Exemplar 379, OP 6, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 6.

Fig. 16-17. *Camptonectes (Camptochlamys)* aff. *tutorae* CASADÍO et al. 2005. **16:** Exemplar 76, BJG 24, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Abdruck einer linken Klappe; x 3. **17:** Exemplar 51, BJG 25, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 3,4.

TAFEL 5



TAFEL 6

Fig. 1-3. *Camptonectes* (*Camptochlamys*) aff. *tutorae* Casadío et al. 2005. **1:** Exemplar BA 22, BJG R, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Abdruck einer linken Klappe; x 3. **2:** Exemplar BA 78, HU 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 2,2. **3:** Exemplar BA 20, BJG 35, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 4,7.

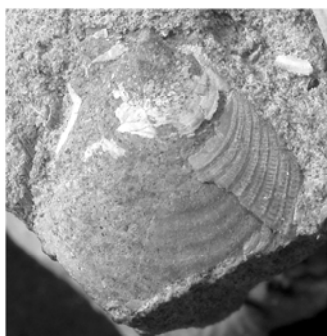
Fig. 4-6. *Camptonectes* (*Camptochlamys*) *mahuidaensis* (WEAVER 1931). **4:** Exemplar BA 82, HU 13, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,4. **5:** Exemplar BA 83, HUR 5, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2. **6:** Exemplar BA 81, HU 15, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,2.

Fig. 7-10. *Lyriochlamys modestus* (CAMACHO 1968). **7:** Exemplar 72, OP 21, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 3. **8:** Exemplar 60, BJG 25, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 5,2. **9:** Exemplar BA 16, BJG B-1, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 4,3. **10:** Exemplar 61, BJG 27b, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 3,8.

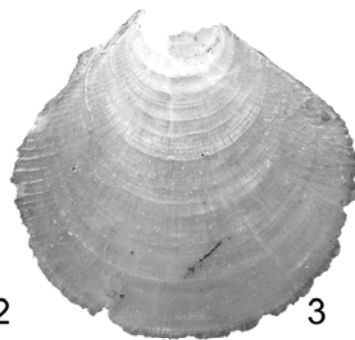
TAFEL 6



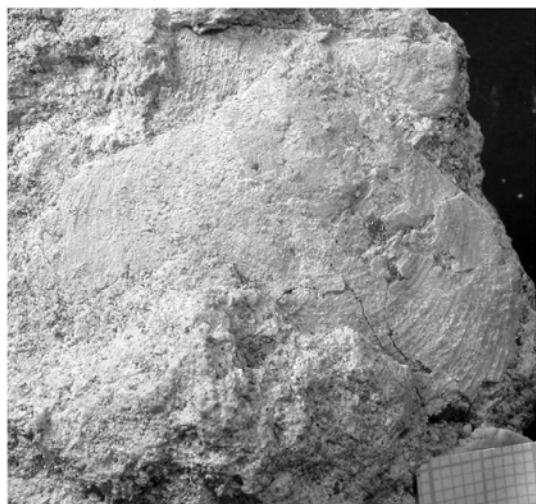
1



2



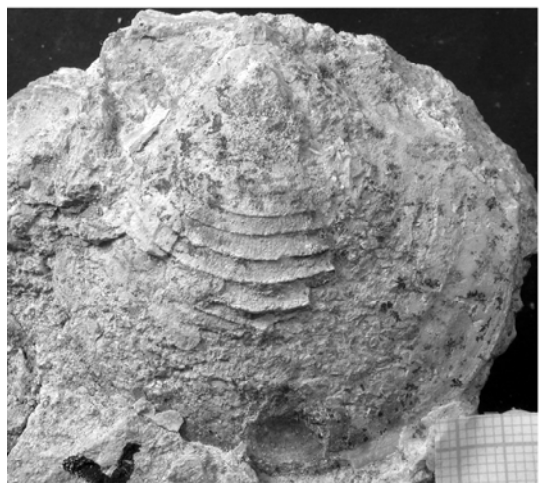
3



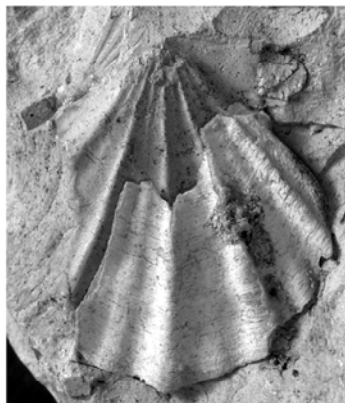
4



5



6



7



8



9



10

TAFEL 7

Fig. 1-2. Pectinidae indet. sp. A. **1:** Exemplar BA 25, OP 32, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Abdruck; x 3. **2:** Exemplar BA 25, OP 32, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Abdruck, Detailansicht der Skulpturierung; x 7,8.

Fig. 3-4. aff. *Mixtipecten* sp. **3:** Exemplar 346, BJG 5, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Intern; x 7. **4:** Exemplar 347, BJG 6, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 7,4.

Fig. 5. *Spondylus* sp. Exemplar BA 97, HUR B1, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 2,6.

Fig. 6. *Paranomia* sp. Exemplar BA 38, OP 34, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 3,4.

Fig. 7-9. *Limea (Pseudolimea) angusta* (CAMACHO 1968). **7:** Exemplar BA 99, HUR 5a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 3. **8:** Exemplar BA 100, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2,8. **9:** Exemplar BA 101, HU 8, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern, x 3,4.

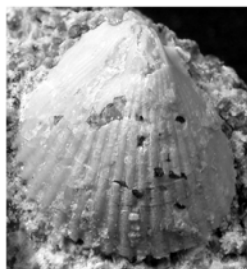
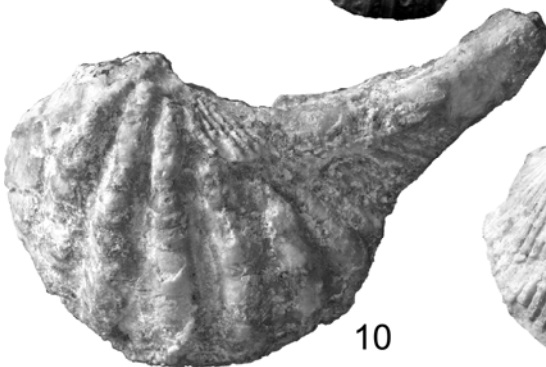
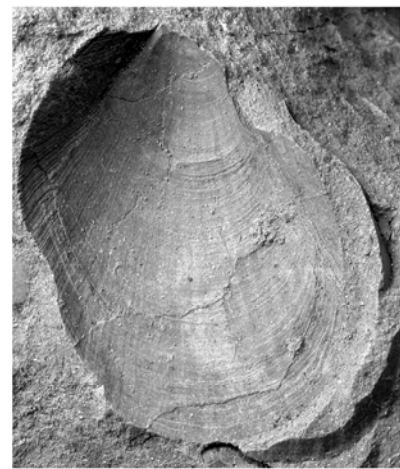
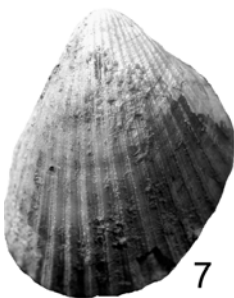
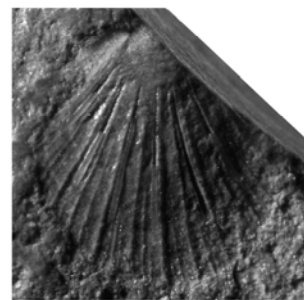
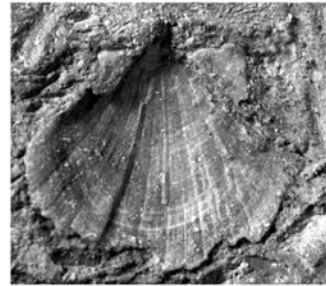
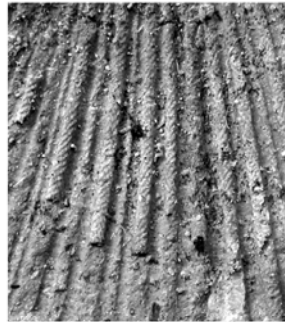
Fig. 10-11. *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* (WILCKENS 1921). **10:** Exemplar 86, CO 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,6. **11:** Exemplar BA 124, HUR 5, Maastrichtium der Roca-Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2.

Fig. 12-13. *Limea (Pseudolimea) „symmetrica“*. **12:** Exemplar BA 104, HUR 6, Maastrichtium der Roca-Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 2,8. **13:** Exemplar BA 103, HU 2, Maastrichtium der Roca-Formation, Neuquén Provinz. Extern, x 4.

Fig. 14. *Acesta* sp. Exemplar BA 211, M 2c, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abdruck einer linken Klappe; x 2,6.

Fig. 15. *Lima* sp. Exemplar BA 96, HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Extern; x 2.

TAFEL 7



TAFEL 8

Fig. 1. *Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana* (WILCKENS 1921). Exemplar 85, SM 12, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Schlossbereich der linken Klappe, intern; x 1,8.

Fig. 2. cf. *Austrotrigonia pampeana* LEANZA & CASADÍO 1991. Exemplar BA 126, HUR 10, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,5.

Fig. 3. Trigoniidae indet. sp. A. Exemplar 340, SM 26, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 4.

Fig. 4-7. *Pacitrigonia patagonica* (FERUGLIO 1936). **4:** Exemplar 89, GE 8, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 0,9. **5:** Exemplar 89, GE 8, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, intern; x 0,9. **6:** Exemplar 90, CO 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 0,9. **7:** Exemplar 90, CO 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, intern; x 0,9.

Fig. 8. *Pacitrigonia sobrali* LEANZA & CASADÍO 1991. Exemplar 329, SM 22, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 0,9.

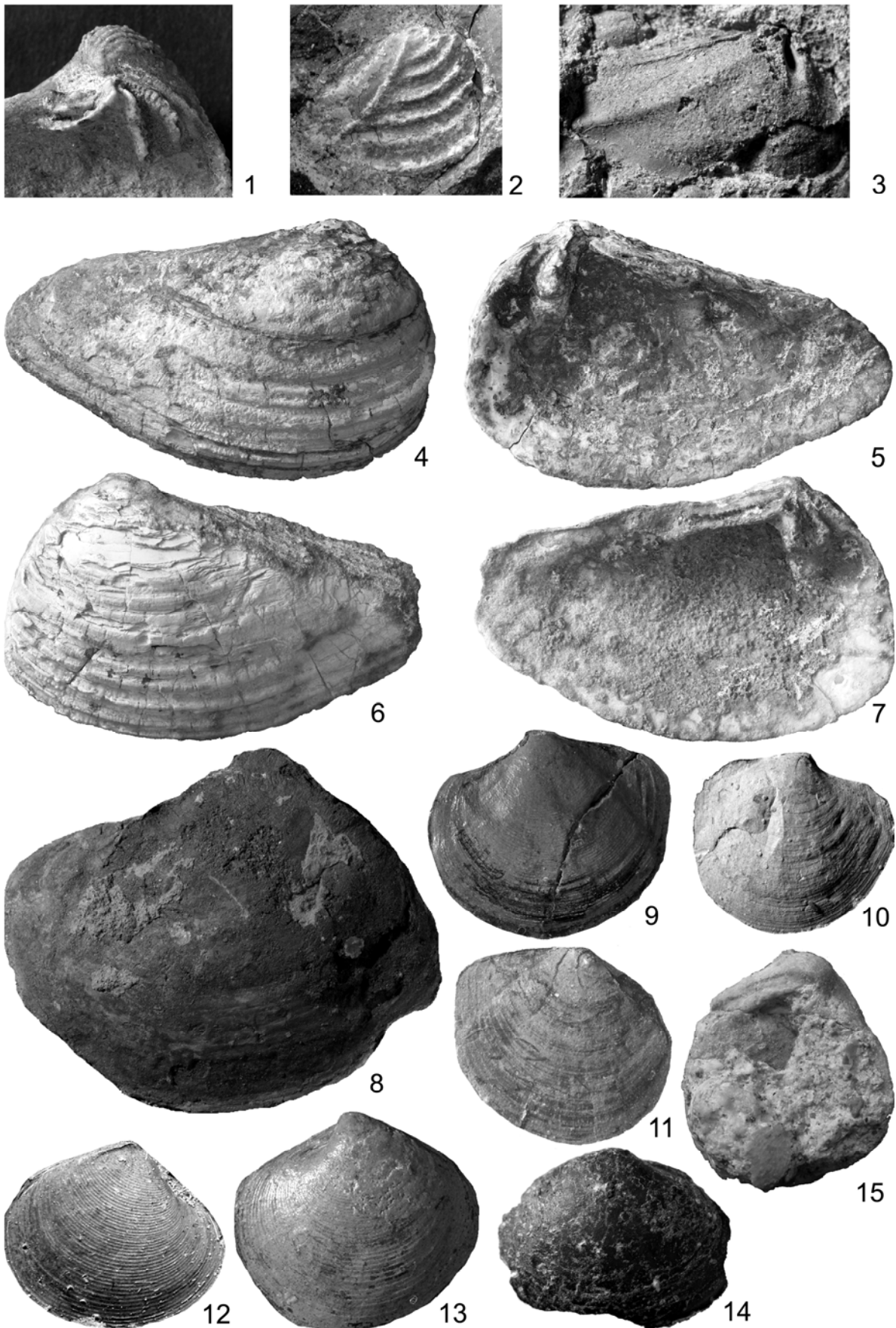
Fig. 9-11. *Pteromyrtea* sp. **9:** Exemplar 103, BJG 18, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3,5. **10:** Exemplar 234, OP 2, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 4. **11:** Exemplar 105, BJG 3, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,3.

Fig. 12-13. *Jagolucina psephenata* DARRAGH 1997. **12:** Exemplar BA 2, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 7,2. **13:** Exemplar 115, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 3,4.

Fig. 14. „Heterodonta“ sp. L. Exemplar 348, SM 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,8.

Fig. 15. *Venericardia (Pacifcor) iheringi* (BÖHM 1903). Exemplar BA 160, HUR 13, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, intern; x 2,3.

TAFEL 8



TAFEL 9

Fig. 1-2. *Venericardia (Pacifcor) iheringi* (BÖHM 1903). **1:** Exemplar 110, OP, Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1,6. **2:** Exemplar 111, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 2.

Fig. 3-4. *Carditoidea* indet. sp. A. **3:** Exemplar BA 164, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,5. **4:** Exemplar BA 164, HUR 6, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,5.

Fig. 5. *Nicaniella* sp. Exemplar BA 42, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 10.

Fig. 6-7. *Astarte venatorum* WILCKENS 1905 **6:** Exemplar 158, SM 31, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 2. **7:** Exemplar 158, SM 31, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, intern; x 2.

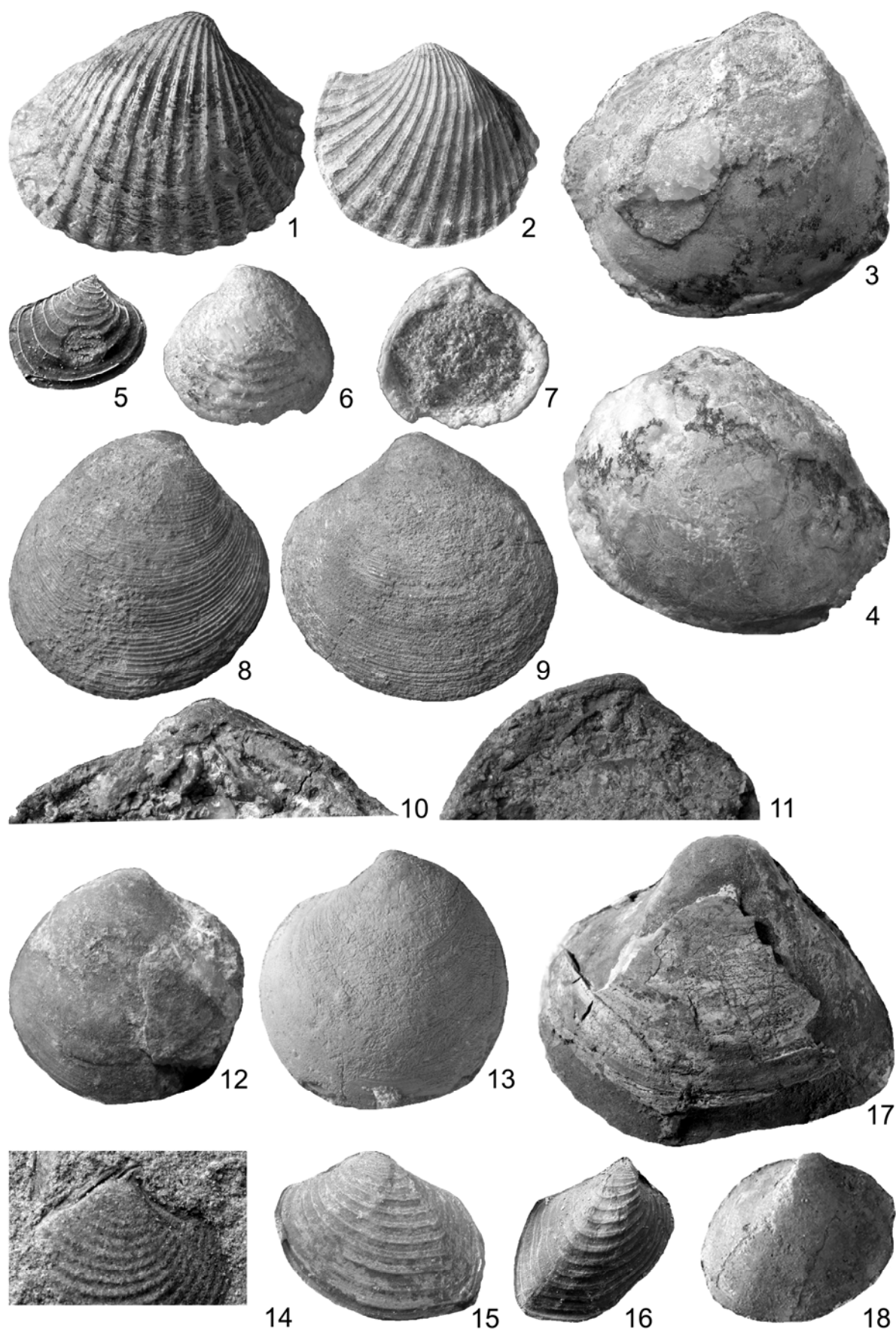
Fig. 8-13. *Eriphyla meridiana* WOODS 1917. **8:** Exemplar BA 217, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,5. **9:** Exemplar BA 219, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,5. **10:** Exemplar BA 220, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, intern; x 3,5. **11:** Exemplar BA 214, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, intern; x 1,6. **12:** Exemplar BA 132, HU 11, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2,2. **13:** Exemplar 147, LF 6, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,7.

Fig. 14-16. *Disparilia* sp. **14:** Exemplar BA 135, HU 8, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern der rechten Klappe mit Schloss; x 6. **15:** Exemplar BA 41, OP 29, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 4. **16:** Exemplar BA 40, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 5.

Fig. 17. *Lahillia luisa* (WILCKENS 1905). Exemplar 430, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,2.

Fig. 18. *Cardiidae* indet. sp. A. Exemplar 201, SM 4b, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,3.

TAFEL 9



TAFEL 10

Fig. 1-2. Cardioidea indet. sp. A. **1:** Exemplar 152, SM 7b, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern; x 3. **2:** Exemplar 152, SM 7b, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abdruck; x 3.

Fig. 3. Cardiidae indet. sp. B. Exemplar BA 29, OP 26, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 11.

Fig. 4. Cardiidae indet. sp. C. Exemplar BA 161, HU 15, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 1,5.

Fig. 5. „*Heterodonta globosa*“. Exemplar BA 45, BJG B+3, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,7.

Fig. 6-7. *Linearia (Linearia)* cf. *semicostata* (ROEMER 1841). **6:** Exemplar HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Rechte Klappe (?), extern; x 1,7. **7:** Exemplar BA 153, HU 15, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern mit Schalenresten; x 1,5.

Fig. 8-9. *Linearia (Linearia)* sp. **8:** Exemplar 460, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 3,5. **9:** Exemplar 325, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abguss einer rechten Klappe; x 3,5.

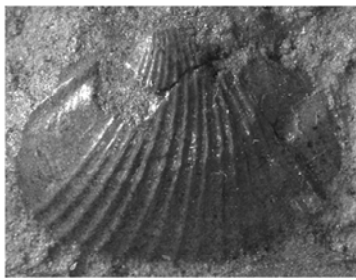
Fig. 10. *Protageles gratus* (WILCKENS 1905). Exemplar BA 247, M 2f, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 1,1.

Fig. 11-12. *Solyma levis* STEPHENSON 1923. **11:** Exemplar 422, SM 12, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abguss eines Steinkerns mit Schloss; x 2,4. **12:** Exemplar 148, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 2.

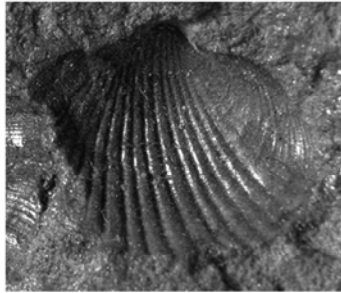
Fig. 13. Tancrediidae indet. sp. A. Exemplar 341, SM 26, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 6.

Fig. 14-15. *Etea* aff. *carolinensis* CONRAD 1875. **14:** Exemplar BA 143, HU 13, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1,8. **15:** Exemplar BA 144, HU 11 Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,5.

TAFEL 10



1



2



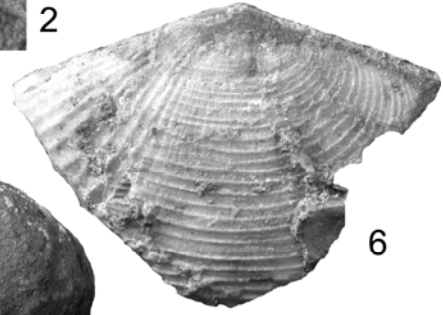
3



4



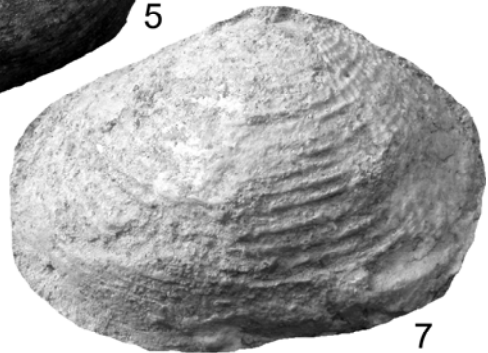
5



6



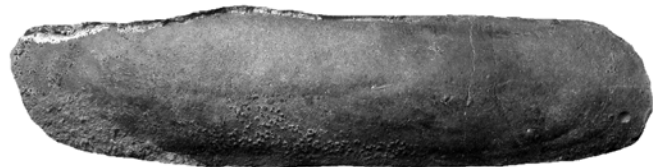
8



7



9



10



11



12



13



14



15

TAFEL 11

Fig. 1. *Roudairia pampaensis* LEANZA & HÜNICKEN 1970. Exemplar BA 304, HU 11, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 0,7.

Fig. 2-5. *Corbicula pehuenchensis* (DOELLO JURADO 1927). **2:** Exemplar 186, SM 33, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 2. **3:** Exemplar 190, SM KT 14, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 1,8. **4:** Exemplar 192, SM KT 14, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,3. **5:** Exemplar BA 244, SM 55, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe mit Schloss-Abdruck; x 4.

Fig. 6-9. *Meretrix chalconica* (IHERING 1903). **6:** Exemplar 178, QT 9, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, intern; x 1,5. **7:** Exemplar 178, QT 9, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Linke Klappe, extern; x 1,5. **8:** Exemplar 179, QT 9, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, intern; x 1,5. **9:** Exemplar 179, QT 9, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 1,5.

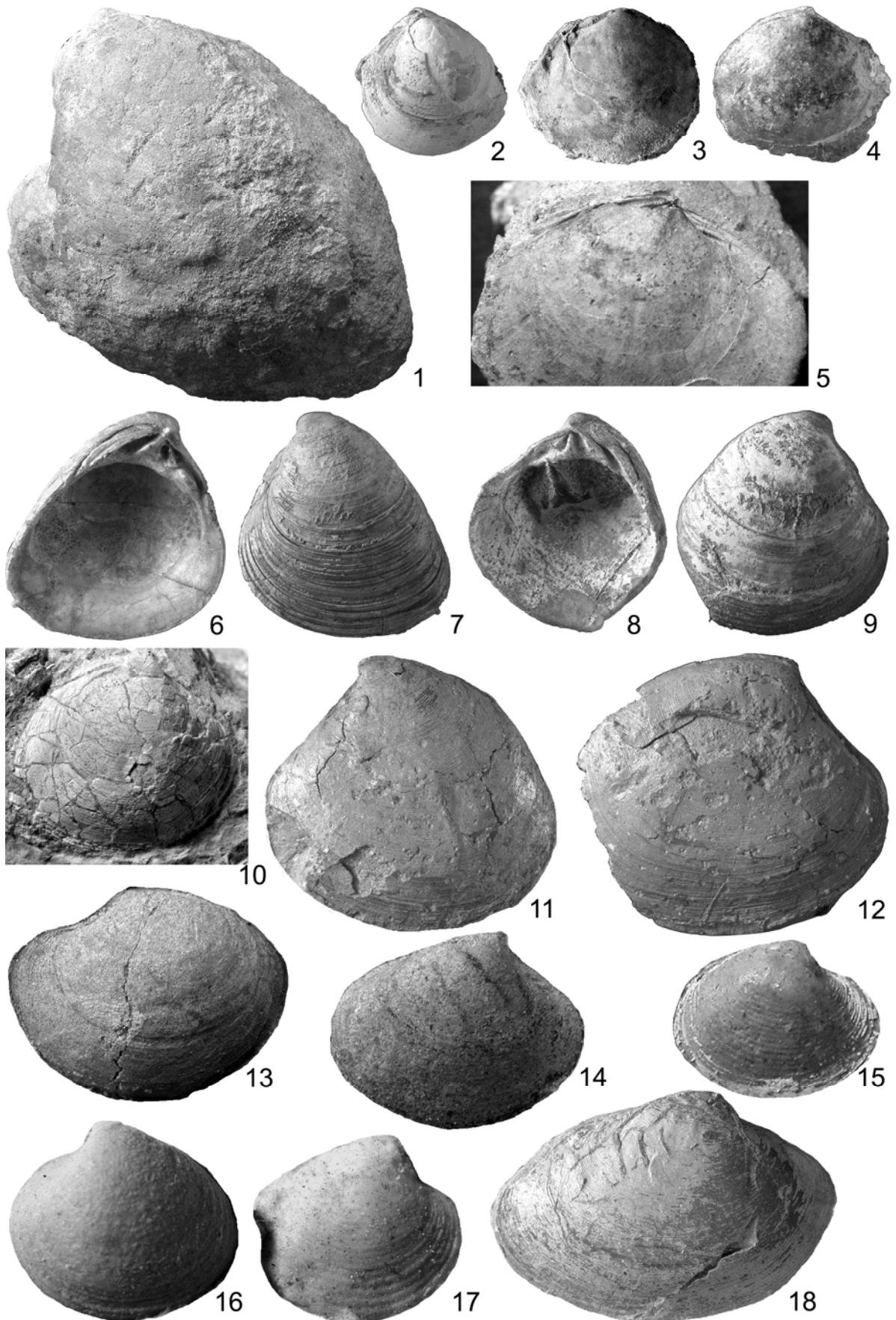
Fig. 10-12. *Aphrodina burckhardti* (IHERING 1907). **10:** Exemplar 402, SM 38, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 2. **11:** Exemplar 116, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 1,4. **12:** Exemplar 117, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1,3.

Fig. 13-14. *Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni* WOODS 1917. **13:** Exemplar BA 158, HU 8, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 2,3. **14:** Exemplar BA 159, HU 9, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 3,8.

Fig. 15-17. *Aphrodina (Tikia) wilckensi* WOODS 1917. **15:** Exemplar BA 131, HU 19, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 12. **16:** Exemplar 404, SM 35, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abguss einer linken Klappe; x 3,8. **17:** Exemplar 405, SM 34, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abguss einer rechten Klappe; x 6,6.

Fig. 18. „Heterodonta“ sp. G. Exemplar 120, OP 1, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,1.

TAFEL 11



TAFEL 12

Fig. 1-3. *Mesocallista* aff. *solitaria* (STOLICZKA 1871). **1:** Exemplar 122, BJG 25, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,3. **2:** Exemplar BA 154, HUR 6a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 2,8. **3:** Exemplar 416, SM 6, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Abguss einer linken Klappe; x 3.

Fig. 4-5. *Bicorbula* sp. **4:** Exemplar 334, SM 34, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 5,8. **5:** Exemplar, BA 238, SM 62, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 6.

Fig. 6. *Panopea* (*Panopea*) sp. A. Exemplar 130, BJG 130, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 3.

Fig. 7-8. *Panopea* (*Panopea*) *inferior* WILCKENS 1905. **7:** Exemplar BA 119, HUR 6a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Steinkern der linken Klappe eines doppelklappigen Exemplars; x 1,2. **8:** Exemplar BA 119, HUR 6a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Doppelklappiges Exemplar in Dorsalansicht; x 1,5.

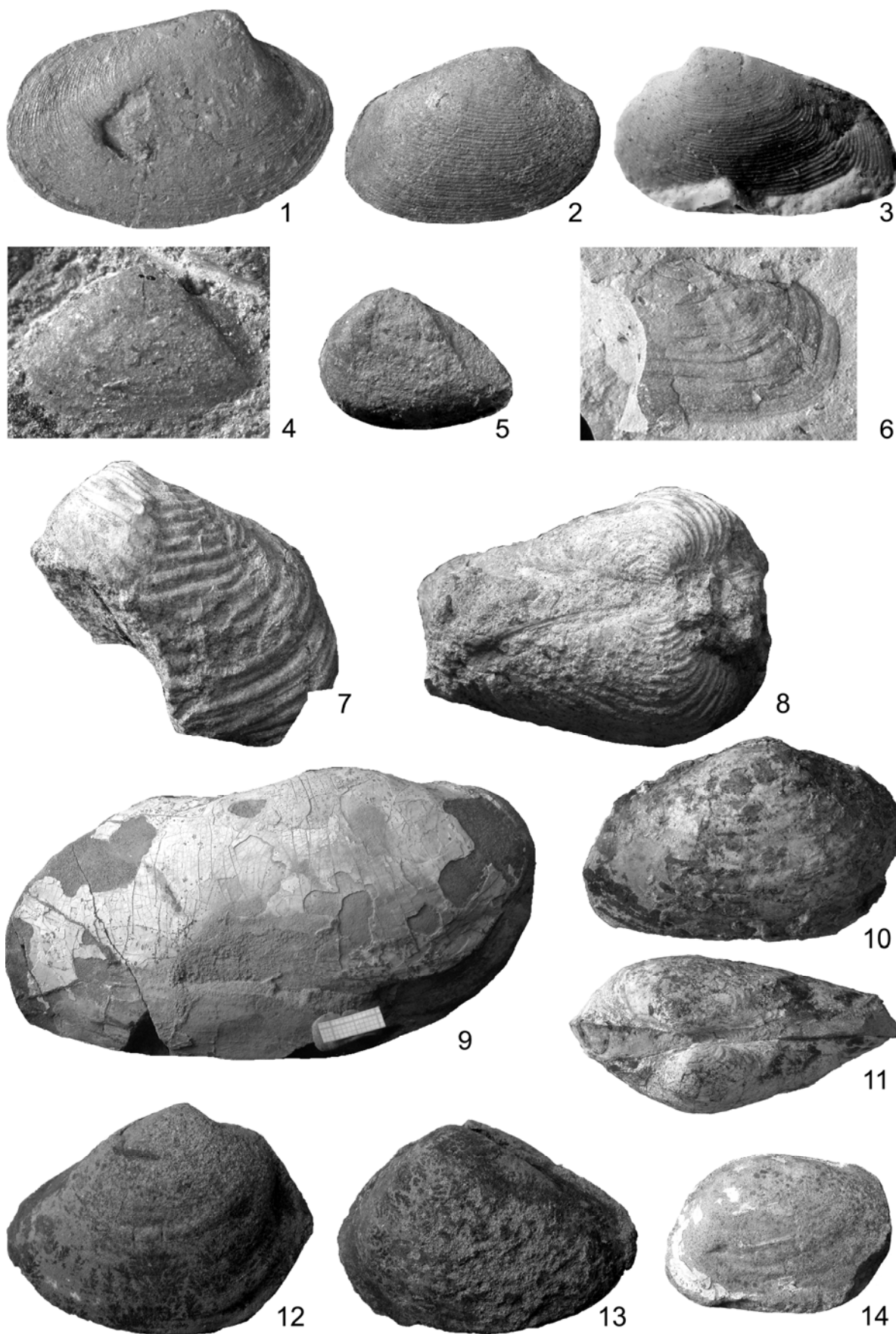
Fig. 9. *Panopea hauthali* WILCKENS 1905. Exemplar BA 251, M 2e, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe, extern; x 0,8.

Fig. 10-11. *Panopea* (*Panopea*) cf. *clausa* WILCKENS 1910. **10:** Exemplar 139, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 1. **11:** Exemplar 143, SM 20, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Doppelklappiges Exemplar in Dorsalansicht; x 1.

Fig. 12-13. *Panopea* sp. C. **12:** Exemplar BA 257, M 2a, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern der rechten Klappe eines doppelklappigen Exemplars; x 1,4. **13:** Exemplar BA 257, M 2a, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern der linken Klappe eines doppelklappigen Exemplars; x 1,4.

Fig. 14. *Panopea patagonica* FERUGLIO 1935. Exemplar BA 255, SM 58, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 1,7.

TAFEL 12



TAFEL 13

Fig. 1-2. *Panopea* sp. D. **1:** Exemplar BA 258, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe eines doppelklappigen Exemplars; x 1,7. **2:** Exemplar BA 258, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Doppelklappiges Exemplar in Dorsalansicht; x 1,7.

Fig. 3. *Panopea* cf. *malvernensis* WOODS 1917. Exemplar 345, OP 17, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern einer rechten Klappe; x 4.

Fig. 4. „*Heterodonta*“ sp. P. Exemplar 344, SM 33, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Extern; x 3,3.

Fig. 5. *Pholadomya* sp. Exemplar 177, SM 6, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Rechte Klappe eines doppelklappigen Exemplars; x 1,2.

Fig. 6. *Deltamya* sp. Exemplar BA 303, HUR 13, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Linke Klappe, extern; x 2,3.

Fig. 7. *Pachymya* sp. Exemplar 350, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Fragmentarischer Abdruck; x 3.

Fig. 8. *Cuspidaria* sp. Exemplar BA 237, SM 56, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern einer linken Klappe; x 7.

Fig. 9. „*Heterodonta*“ sp. XY. Exemplar 328, OP 5, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 3.

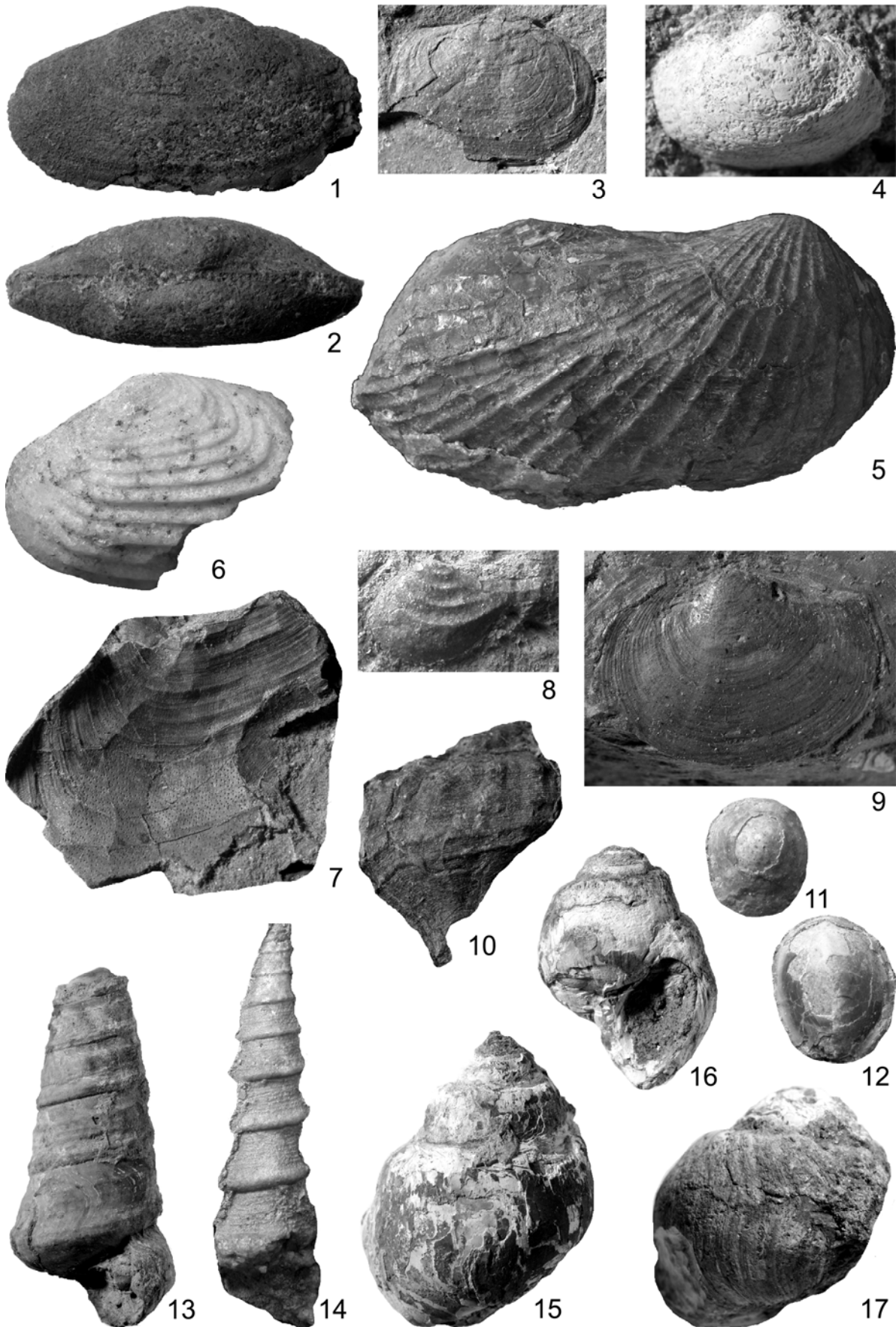
Fig. 10. aff. *Galeodea mirabilis* (WILCKENS 1910). Exemplar 267, BJG 17, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 2,5.

Fig. 11-12. *Nacella ovata* WILCKENS 1910. **11:** Exemplar BA 176, HUR 5a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Apikal; x 3,7. **12:** Exemplar BA 175, HUR 6a, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Apikal; x 3.

Fig. 13-14. *Turritella malaspina* IHERING 1903. **13:** Exemplar 277, SM 32, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,2. **14:** Exemplar BA 289, SM 69, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. x1.

Fig. 15-17. *Pseudamaura dubia* (PETERSEN 1946). **15:** Exemplar 280, QT 8, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,5. **16:** Exemplar 281, QT 8, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,3. **17:** Exemplar 278, BP „*Ampullina* bed“, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,3.

TAFEL 13



TAFEL 14

Fig. 1-2. *Euspira* cf. *pueyrredonensis* (STANTON 1901). **1:** Exemplar BA 173, HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Adapertural; x 2,5. **2:** Exemplar BA 173, HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Apertural; x 2,5.

Fig. 3-4. *Polinices* (*Polinella*) cf. *finlayi* (MARWICK 1924). **3:** Exemplar BA 266, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,5. **4:** Exemplar BA 266, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 2,5.

Fig. 5. Naticidae indet. sp. A. Exemplar 298, OP 8, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Adapertural; x 3.

Fig. 6. Naticidae indet. sp. B. Exemplar BA 54, BJG 37, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Apertural; x 4,3.

Fig. 7-8. *Pseudotylostoma* cf. *romeroi* IHERING 1903. **7:** Exemplar BA 263, SM 58, Danium der Lefipán Formation, Neuquén Provinz. Apertural; x 2. **8:** Exemplar BA 263, SM 58, Danium der Lefipán Formation, Neuquén Provinz. Adapertural; x 2.

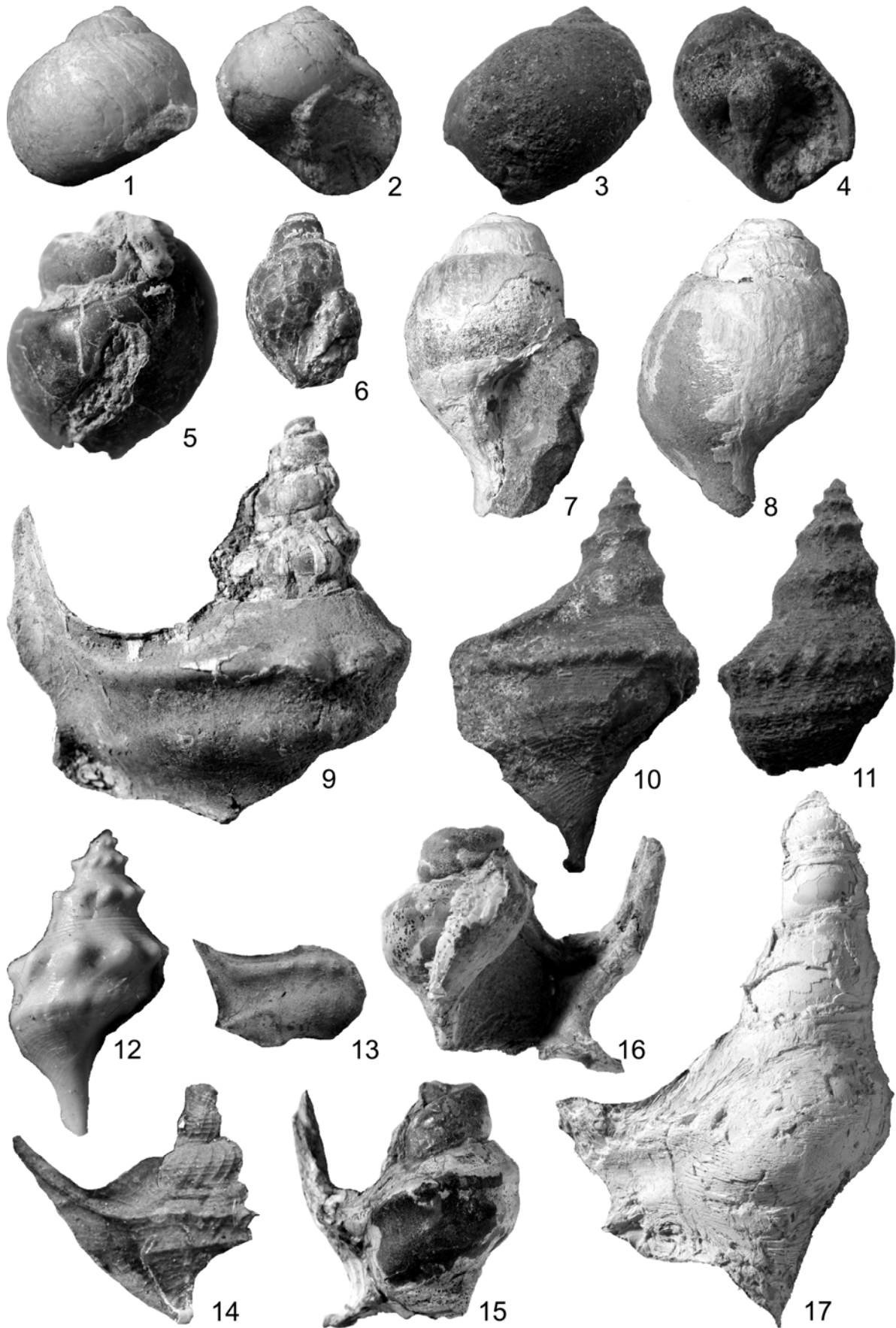
Fig. 9-11. *Struthioptera* aff. *osiris* FINLAY & MARWICK 1937. **9:** Exemplar 268, SM 43, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,7. **10:** Exemplar BA 278, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,5. **11:** Exemplar BA 279, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,5.

Fig. 12-13. *Struthioptera* cf. *haastiana* (WILCKENS 1922). **12:** Exemplar 271, SM 1, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural, Abguss; x 3. **13:** Exemplar BA 281, M 2d, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Flügel (Mündungsfortsatz); x 2,2.

Fig. 14. *Struthioptera* sp. Exemplar BA 51, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Adapertural, Steinkern; x 8.

Fig. 15-17. *Austroaporrhais* cf. *gregaria* (WILCKENS 1905). **15:** Exemplar 302, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,5. **16:** Exemplar 302, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,5. **17:** Exemplar 272, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1.

TAFEL 14



TAFEL 15

Fig. 1-4. Strombidae indet. sp. A. **1:** Exemplar BA 275, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,5. **2:** Exemplar BA 275, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. 90° im Uhrzeigersinn von Apertural gedreht; x 1,5. **3:** Exemplar BA 275, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,5. **4:** Exemplar BA 275, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. 90° im Uhrzeigersinn von Adaperturalseite; x 1,5.

Fig. 5. Aporrhaidae indet. sp. A. Exemplar 309, OP 8, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Becken. Steinkern; x 4.

Fig. 6-7. *Pugnellus?* aff. *hauthali* WILCKENS 1905. **6:** Exemplar 292, SM 19, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,5. **7:** Exemplar 292, SM 19, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,5.

Fig. 8. *Perissodonta* cf. *minor* (MARSHALL 1917). Exemplar 308, OP 17, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Becken. Fragmentarischer Steinkern, adapertural; x 4.

Fig. 9. Struthiolariidae indet. sp. A. Exemplar 316, OP 17, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Becken. Fragmentarischer Steinkern; x 3,5.

Fig. 10-12. aff. *Colus delrioae* STILWELL et al. 2004. **10:** Exemplar BA 284, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,8. **11:** Exemplar BA 286, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3,5. **12:** Exemplar BA 287, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,3.

Fig. 13. aff. *Penion proavitus* (FINLAY & MARWICK 1937). Exemplar 315, SM 20, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. x 4.

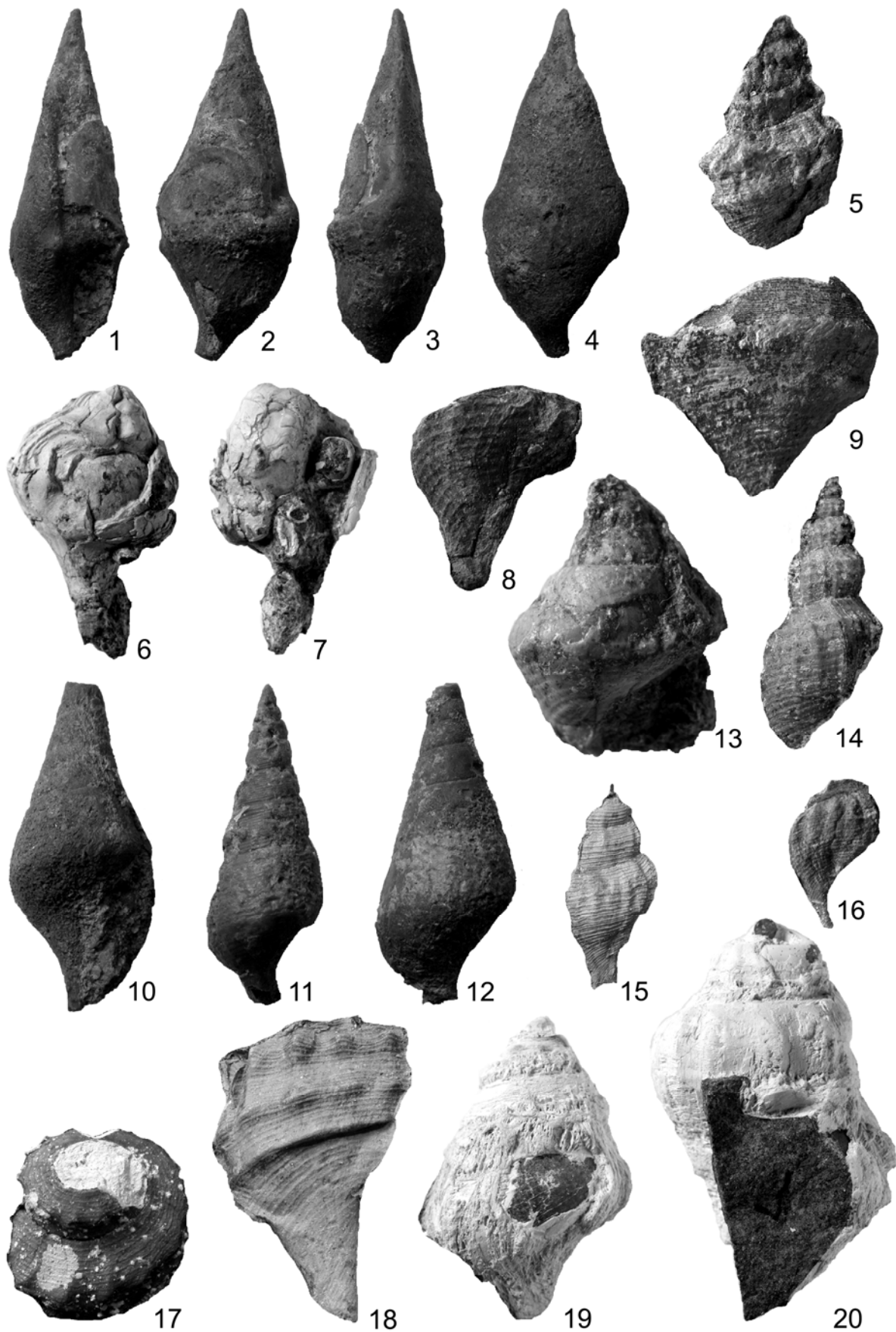
Fig. 14. cf. *Cryptorhytis philippiana* WILCKENS 1910. Exemplar BA 165, HU 11, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. x 3.

Fig. 15-16. cf. *Cryptorhytis* sp. A. **15:** Exemplar BA 53, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 3. **16:** Exemplar 320, BJG 27b, Maastrichtium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 4,3.

Fig. 17-18. *Taioma* cf. *tricarinata* FINLAY & MARWICK 1937. **17:** Exemplar BA 47, BJG B+3, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern, apikal; x 3,8. **18:** Exemplar BA 50, OP 33, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 2,5.

Fig. 19-20. Fusininae indet. sp. A. **19:** Exemplar 296, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,6. **20:** Exemplar 295, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 74,5.

TAFEL 15



TAFEL 16

Fig. 1-2. Fusininae indet. sp. B. **1:** Exemplar 314, SM 42b, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 1,2. **2:** Exemplar 314, SM 42b, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 1,2.

Fig. 3-4. *Fyfea lirata* FINLAY & MARWICK 1937. **3:** Exemplar BA 272, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 2,2. **4:** Exemplar BA 272, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,2.

Fig. 5-7. *Pyropsis* sp. **5:** Exemplar 311, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 3. **6:** Exemplar 311, SM 5, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3. **7:** Exemplar BA 261, SM, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 0,7.

Fig. 8-9. *Heteroterma* sp. A. **8:** Exemplar 265, OP 11, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 2,3. **9:** Exemplar BA 270, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 3.

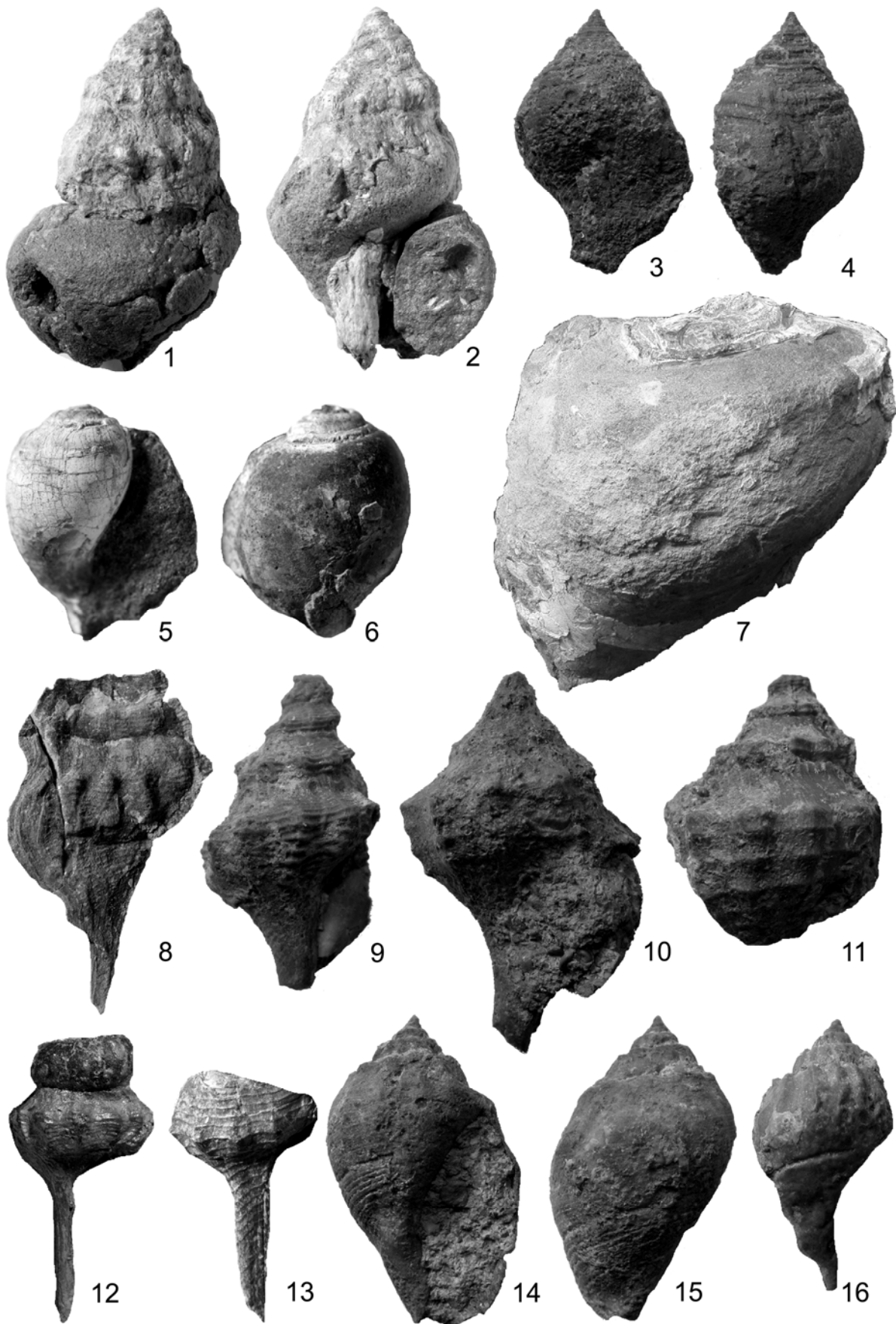
Fig. 10-11. *Heteroterma* cf. *tumida* (WILCKENS 1905). **10:** Exemplar BA 269, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 2,3. **11:** Exemplar BA 271, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,5.

Fig. 12. *Saulopsis* sp. A. Exemplar 264, OP, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 2.

Fig. 13. *Saulopsis* sp. B. Exemplar 318, OP 8, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Fragmentarischer Steinkern; x 2,8.

Fig. 14-16. Pseudolividae indet. sp. A. **14:** Exemplar BA 273, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 2,1. **15:** Exemplar BA 273, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,1. **16:** Exemplar BA 274, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 2,1.

TAFEL 16



TAFEL 17

Fig. 1. cf. *Parasyrinx*. Exemplar 321, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural, Abguss; x 4.

Fig. 2. Turridae indet. Exemplar 327, EC, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3,7.

Fig. 3. cf. *Acirsa* (*Notacirsa*) *parvicostata* (MARSHALL 1917). Exemplar BA 288, SM 68, Danium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3.

Fig. 4-5. *Acteon australis* FERUGLIO 1936. **4:** Exemplar BA 180, HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. Apertural; x 4,6. **5:** Exemplar 284, SM 7, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3,8.

Fig. 6. *Acteon* sp. Exemplar 300, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 4.

Fig. 7-9. *Cinulia pauper* WILCKENS 1905. **7:** Exemplar 285, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Adapertural; x 3,4. **8:** Exemplar 323, LF 2, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apertural; x 4,5. **9:** Exemplar 288, LF 2; Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Apikal; x 5,5.

Fig. 10-11. *Tornatellaea* sp. **10:** Exemplar 304, OP, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 8,6. **11:** Exemplar 304, OP 9, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 5,2.

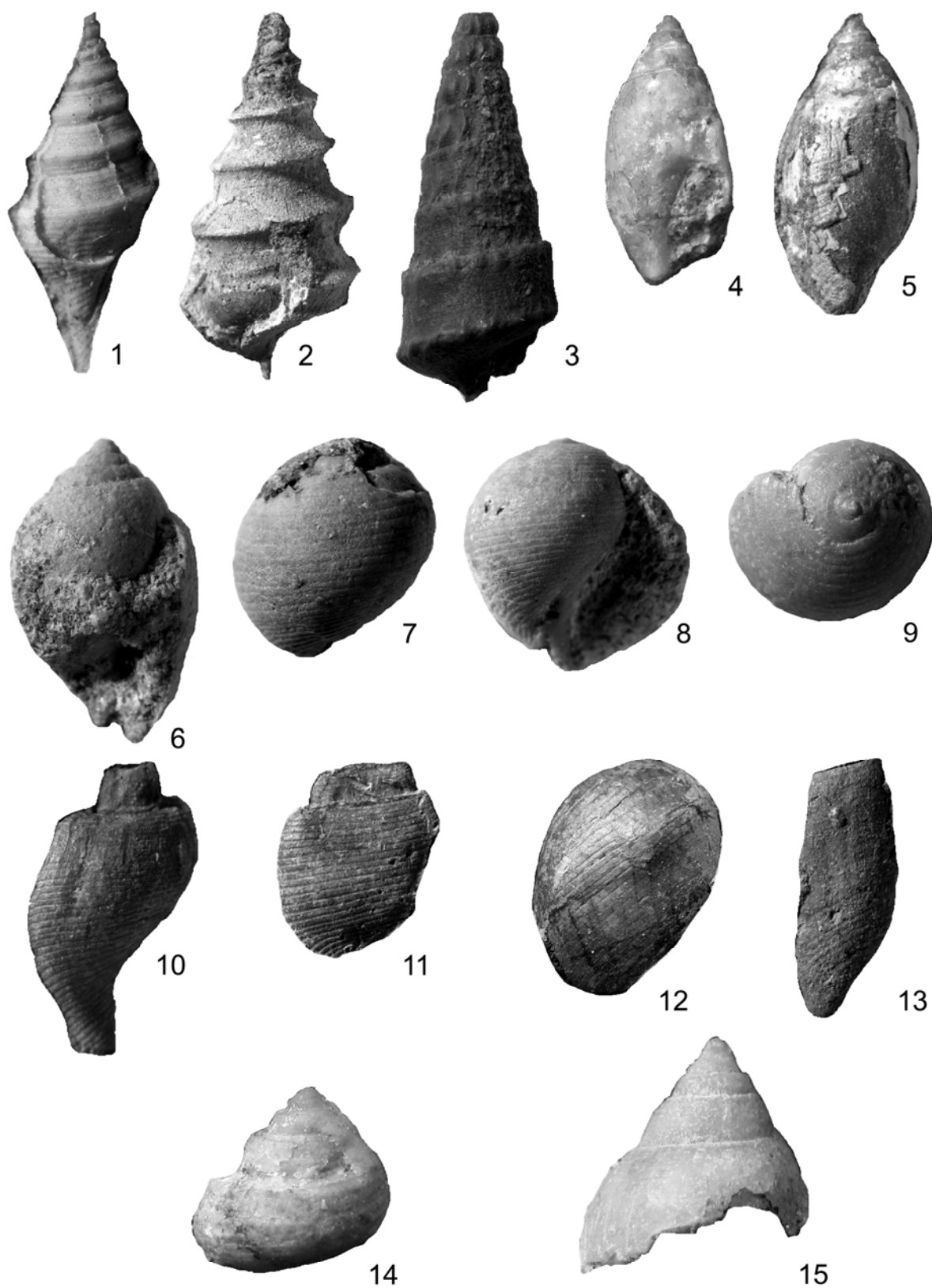
Fig. 12. *Priscaphander* sp. A. Exemplar BA 56, OP 25, Danium der Jagüel Formation, Neuquén Provinz. Steinkern; x 4,5.

Fig. 13. *Priscaphander* sp. B. Exemplar 317, SM KT 4, Maastrichtium der Lefipán Formation, Chubut Provinz. Steinkern; x 5,8.

Fig. 14. Gastropoda indet. sp. A. Exemplar BA 187, HU 11, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. x 6.

Fig. 15. Gastropoda indet. sp. B. Exemplar BA 185, HUR 7, Maastrichtium der Roca Formation, Neuquén Provinz. x 5,5.

TAFEL 17



6. Paläobiodiversität

In diesem Kapitel wird zunächst auf die Faunenzusammensetzung des Maastrichtiums und Daniums eingegangen. Dabei werden die verschiedenen Arbeitsgebiete im Hinblick auf ihre Anteile an Bivalven und Gastropoden untersucht. Anschließend werden stratigraphische Reichweiten der Taxa für die in den jeweiligen Arbeitsgebieten geeignetsten Profile dargestellt und erläutert. An dieser Stelle wird detaillierter auf Veränderungen in der Zusammensetzung der Faunen zwischen Maastrichtium und Danium eingegangen. Danach folgt die Betrachtung der Paläobiodiversitätsmuster (Alpha-Paläobiodiversität, Paläobiodiversität nach Rarefaction, Shannon-Index, Evenness) in den verschiedenen Profilen. Ein weiterer Abschnitt widmet sich den Aussterbe- und Neuentstehungsraten in den drei Arbeitsgebieten und in der gesamten Region sowie einigen Vergleichsregionen, also der Paläobiodiversitätsdynamik.

6.1. Faunenzusammensetzung in den verschiedenen Arbeitsgebieten

Insgesamt wurden im systematischen Teil 139 Bivalven- und Gastropodentaxa beschrieben. Abzüglich der vier Taxa, die aus nicht detailliert untersuchten Profilen stammen (*Acteon* sp., Turridae indet.) oder nicht horizontalisiert gesammelt wurden (*Saulopsis* sp. A + *Cucullaea* sp. A), bleiben 135 Bivalven- und Gastropodentaxa, deren Verteilung im Maastrichtium und Danium in den jeweiligen Arbeitsgebieten hier beschrieben wird. Dazu kommen zwei Korallenarten (*Flabellum* sp. und *Madrepora* sp.), deren stratigraphische Verbreitung ebenfalls dargestellt wird.

In den folgenden Tabellen sind die Anzahl der Gattungen und Arten bzw. die prozentualen Anteile von Bivalven, Gastropoden und Anthozoen in den verschiedenen Arbeitsgebieten im Maastrichtium und Danium dargestellt. Im Anhang sind für die verschiedenen Arbeitsgebiete und die Gesamtregion Tabellen mit den Artenlisten für das Maastrichtium und das Danium beigelegt (Tabellen A 6 – A 13).

Tabelle 6.1: Anzahl der Taxa in den verschiedenen Arbeitsgebieten im Maastrichtium (M), Danium (D) und Maastrichtium und Danium (M-D).

Gattungen	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D
Bivalven	26	29	43	41	11	46	45	26	52	59	37	68
Gastropoden	4	13	14	9	2	9	13	14	22	17	24	32
Anthozoa	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	2	2
Arten	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D
Bivalven	28	34	52	48	11	55	51	29	65	71	49	95
Gastropoden	4	15	17	9	2	10	13	14	25	19	26	40
Anthozoa	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	2	2

Tabelle 6.2: Prozentuale Anteile der Taxa in den verschiedenen Arbeitsgebieten im Maastrichtium (M), Danium (D) und Maastrichtium und Danium (M-D).

Gattungen	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D
Bivalven	86,7	65,9	72,8	82,0	78,6	82,1	77,6	65,0	70,3	77,6	58,7	66,7
Gastropoden	13,3	29,5	23,7	18,0	14,3	16,1	22,4	35,0	29,7	22,4	38,1	31,4
Anthozoa	0	4,5	3,4	0	7,1	1,8	0	0	0	0	3,2	2,0

Arten	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D	M	D	M-D
Bivalven	87,5	66,7	73,2	84,2	78,6	83,3	79,7	67,4	72,2	78,9	63,6	69,3
Gastropoden	12,5	29,4	23,9	15,8	14,3	15,2	20,3	32,6	27,8	21,1	33,8	29,2
Anthozoa	0	3,9	2,8	0	7,1	1,5	0	0	0	0	2,6	1,5

Bei der Betrachtung der Gattungs- und Artenanzahl fällt auf, dass im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo die Alpha-Paläobiodiversität am höchsten ist (siehe Tabelle 6.1). Dort findet sich die größte Gattungs- und Artenanzahl unter Bivalven und Gastropoden. Werden die Arbeitsgebiete zusammengefasst, ist im Maastrichtium die Anzahl der Taxa höher als im Danium. Das trifft auch auf die Arbeitsgebiete von Paso del Sapo und der Sierra Huantraico zu. Im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo ist jedoch im Danium die Artenanzahl höher. In Huantraico finden sich im Danium auffallend wenige Taxa. Wie bereits erwähnt, ist der Fossilbericht im Danium der Sierra Huantraico schlecht.

Um die Anteile der Bivalven und Gastropoden miteinander zu vergleichen, werden die Prozentwerte betrachtet (siehe Tabelle 6.2), wobei hier die Gattungsebene berücksichtigt wird. Der Anteil der Bivalven ist in allen Arbeitsgebieten sowohl im Maastrichtium als auch im Danium höher als der Gastropoden-Anteil. Klammert man Huantraico mit seinem schlechten Fossilbericht im Danium aus, dann überwiegen vor allem im Maastrichtium von Bajo de Añelo die Bivalven die Gastropoden sehr deutlich. Das Verhältnis von Bivalven zu Gastropoden im Maastrichtium beträgt in Bajo de Añelo 6,5, in Huantraico 4,5 und in Paso del Sapo 3,5, was auch dem Wert für alle Arbeitsgebiete zusammen entspricht. Der Anteil der Gastropoden ist im Danium, abgesehen vom Arbeitsgebiet der Sierra Huantraico, immer deutlich höher als im Maastrichtium. Das Bivalven-Gastropoden-Verhältnis beträgt im Danium von Bajo de Añelo 2,2 und im Danium von Paso del Sapo 1,9. Werden die Taxa aller Arbeitsgebiete in die Berechnung einbezogen, liegt der Anteil der Gastropoden im Danium bei 38,1% und das Bivalven-Gastropoden-Verhältnis beträgt 1,5.

Obwohl Bivalven im Danium immer noch artenreicher als Gastropoden sind, ist ihr Anteil im Danium doch deutlich niedriger als im Maastrichtium. Dagegen hat der Anteil der Gastropoden, wie dargestellt, im Danium zugenommen.

Vergleich der verschiedenen Arbeitsgebiete

Wenn man die Anteile gemeinsamer Arten der verschiedenen Arbeitsgebiete vergleicht, ergibt sich zwischen den Arten der Sierra Huantraico und Paso del Sapo die größte Übereinstimmung (Tabelle 6.3). Dies gilt sowohl für Bivalven als auch für Gastropoden, wobei 64,2% der Bivalven-Arten der Sierra Huantraico auch in den Profilen von San Martin gefunden wurden. Die Bivalvenfauna von Bajo de Añelo ist derjenigen von Huantraico (57,7%)

etwas ähnlicher als der von San Martin (53,8%). Für San Martin ergeben sich die geringsten Werte, da dort der Anteil der Singletons sehr groß ist (siehe Abschnitt Stratigraphische Reichweiten).

Betrachtet man die Anteile gemeinsamer Gattungen, dann ist bei Bivalven die Übereinstimmung zwischen Bajo de Añelo und Huantraico am größten (73,2%). Unter den Gastropodengattungen finden sich 87,5% der Gattungen aus der Sierra Huantraico auch in San Martin.

Tab. 6.3: Prozentuale Anteile der gemeinsamen Arten (Gattungen) zwischen den verschiedenen Arbeitsgebieten.

Bivalven + Gastropoden	Bajo de Añelo	Sierra Huantraico	Paso del Sapo
Bajo de Añelo		46,4 (63,0)	47,8 (59,3)
Sierra Huantraico	50,8 (68,0)		65,1 (70,0)
Paso del Sapo	37,1 (45,6)	46,1 (51,5)	
Bivalven			
Bajo de Añelo		57,7 (72,2)	53,8(63,4)
Sierra Huantraico	56,6 (71,4)		64,2(66,7)
Paso del Sapo	43,8 (53,2)	53,1 (59,6)	
Gastropoden			
Bajo de Añelo		11,8 (30,8)	29,4 (46,2)
Sierra Huantraico	20,0 (50,0)		70,0 (87,5)
Paso del Sapo	20,0 (28,6)	28,0 (33,3)	

6.2. Stratigraphische Reichweiten

In den verschiedenen Arbeitsgebieten werden für die Profile, in denen sowohl vom Maastrichtium als auch Danium repräsentative Abschnitte aufgeschlossen sind, die stratigraphischen Reichweiten der Taxa dargestellt. Berücksichtigt wurden dabei die Taxa, die auf Gattungsniveau bestimmt wurden. Damit fehlen hier sämtliche Echinoideen, Serpuliden und Bryozoen sowie diejenigen Gastropoden und Bivalven, die nur bis zum Familienniveau bestimmt werden konnten. Neben Bivalven und Gastropoden sind somit nur Anthozoen in den stratigraphischen Reichweiten vertreten. In den Abbildungen werden nur die stratigraphischen Reichweiten der Bivalven und Gastropoden dargestellt.

6.2.1. Bajo de Añelo

6.2.1.1. BJG Profil

Im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo wurde zur Darstellung der stratigraphischen Reichweiten der einzelnen Taxa das BJG Profil gewählt (Abb. 6.1). Dort sind von Maastrichtium und Danium annähernd gleich mächtige Abschnitte enthalten. Da im OP Profil nur zwei Probenhorizonte im Maastrichtium beprobt werden konnten, wird dieses Profil hier nicht näher besprochen. Zahlreiche Taxa verschwinden an der K/Pg-Grenze, es ist dort ein deutlicher Einschnitt erkennbar.

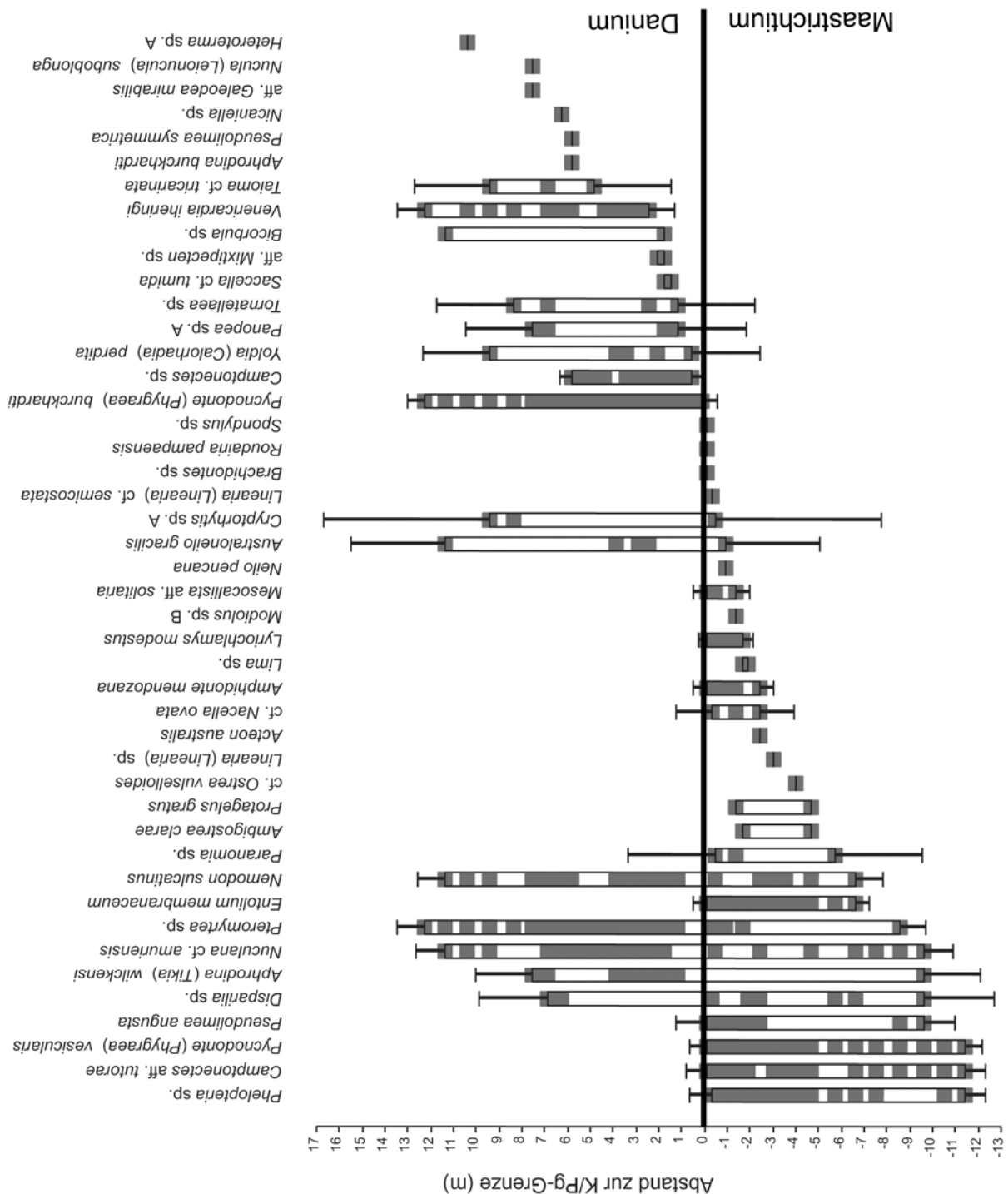


Abb. 6.1: Stratigraphische Reichweiten der Bivalven- und Gastropoden-Arten im Bajada del Jagüel Profil (BJG). Auf der Ordinate sind die Abstände zur K/Pg-Grenze aufgetragen. Die Lage der K/Pg-Grenze ist zur Veranschaulichung eingetragen. In den Balken für die einzelnen Arten sind durch die Graufärbung die Bereiche markiert, in denen die entsprechenden Arten in den Probenhorizonten nachgewiesen werden konnten. Die Fehlerbalken stellen die 50 % Konfidenzintervalle nach Strauss & Sadler (1989) dar.

Zusammensetzung der Fauna im BJG Profil:

Artniveau:	Bivalvia:	38	(80,9%)
	Gastropoda:	7	(14,9%)
	Anthozoa:	2	(4,3%)
Gattungsniveau:	Bivalvia:	33	(78,6%)
	Gastropoda:	7	(16,7%)
	Anthozoa:	2	(4,8%)

Unter den insgesamt 47 berücksichtigten Taxa befinden sich 16 Singletons (34,0% der Gesamt-Artenzahl), von denen 9 (31,0% der Maastrichtium-Arten) im Maastrichtium und 7 (28,0% der Danium-Arten) im Danium vorkommen. Alle Singletons sind in dem jeweiligen Probenhorizont, in dem sie vorkommen, nur als Einzelindividuen vorhanden. Zwei Arten sind fast über das gesamte Profil nachgewiesen, u.z. *Nuculana amuriensis* und *Pteromyrtea* sp.

Im Maastrichtium sind 29 Arten vertreten, die sich auf folgende Gruppen verteilen: 15 Pteriomorphia (51,7%), 6 heterodonte Bivalven (20,7%), 3 Nuculoiden (10,3%), 2 Telliniden (6,9%) und 3 Gastropoden (10,3%).

Im Danium sind 25 Arten vertreten, die sich wie folgt verteilen: 8 heterodonte Bivalven (32%), 5 Nuculoiden (20%), 5 Pteriomorphia (20%), 5 Gastropoden (20%) und 2 Korallen (8%).

Sieben Arten sind sowohl im Maastrichtium als auch im Danium nachgewiesen, und zwar 3 heterodonte Bivalven, 2 Nuculoiden, 1 Pteriomorphia und 1 Gastropode.

Sehr stark betroffen sind Bivalven der Unterklasse Pteriomorphia, die 63,6% der Taxa ausmachen, die an der K/Pg-Grenze von BJG verschwinden. Während sie im Maastrichtium 51,7% der hier betrachteten Fauna stellen, beträgt der Anteil der Pteriomorphia im Danium nur 20,0%. Die Vertreter der Familie Tellinidae treten nur im Maastrichtium auf. Einen erhöhten Artenanteil im Danium zeigen Bivalven der Nuculoida und der Heterodonta sowie Gastropoden. Korallen treten erst im Danium auf.

6.2.2. Sierra Huantraico

6.2.2.1. HU Profil

Im Arbeitsgebiet der Sierra Huantraico sind in den Profilen von HUR und HU Road nahezu ausschließlich Probenhorizonte des Maastrichtium aufgeschlossen. Deshalb werden die stratigraphischen Reichweiten der Taxa des HU Profils dargestellt (Abb. 6.2). Hier konnten auch zahlreiche Horizonte im Danium beprobt werden. Im oberen Maastrichtium und im Danium muss der Fossilbericht allerdings als schlecht bezeichnet werden.

Abb. 6.2 (nächste Seite): Stratigraphische Reichweiten der Bivalven- und Gastropoden-Arten im Huantraico Profil (HU). Auf der Ordinate sind die Abstände zur K/Pg-Grenze aufgetragen. Die Lage der K/Pg-Grenze ist zur Veranschaulichung eingetragen. In den Balken für die einzelnen Arten sind durch die Graufärbung die Bereiche markiert, in denen die entsprechenden Arten in den Probenhorizonten nachgewiesen werden konnten. Die Fehlerbalken stellen die 50 % Konfidenzintervalle nach Strauss & Sadler (1989) dar.

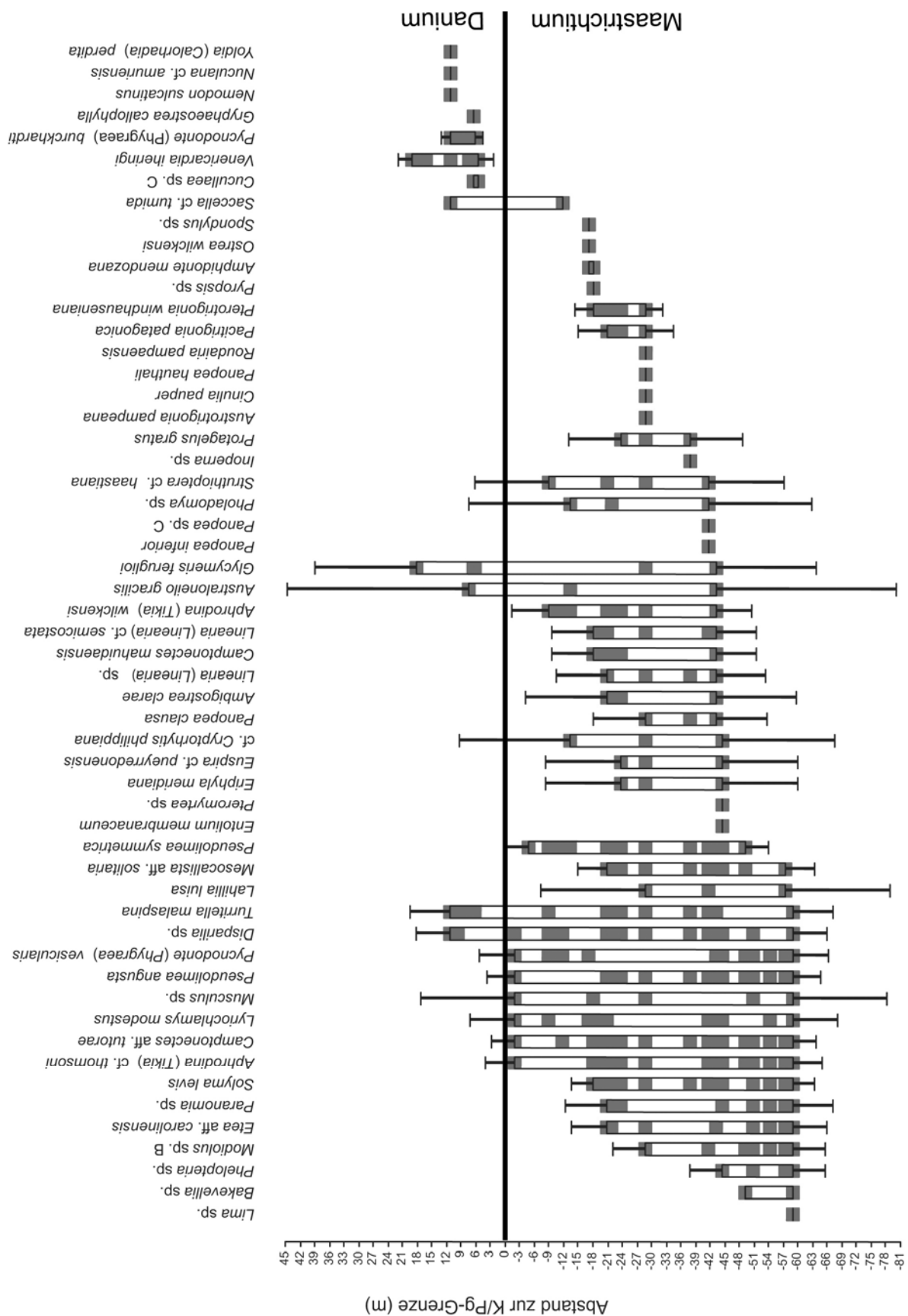


Abb. 6.2 (Legende siehe vorherige Seite)

Im HU Profil ist der Einschnitt direkt an der K/Pg-Grenze nicht so deutlich zu erkennen wie im oben betrachteten BJG Profil, da nur wenige Arten direkt an der K/Pg-Grenze zu verschwinden scheinen. Einige Arten, die in anderen Profilen wesentlich weiter reichen, sind im HU Profil schon deutlich unter der K/Pg-Grenze nicht mehr zu finden, was möglicherweise auf den bereits erwähnten schlechten Fossilbericht zurückzuführen ist.

Zusammensetzung der Fauna im HU Profil:

Artniveau:	Bivalvia:	50	(87,7%)
	Gastropoda:	6	(10,5%)
	Anthozoa:	1	(1,8%)
Gattungsniveau:	Bivalvia:	41	(85,4%)
	Gastropoda:	6	(12,5%)
	Anthozoa:	1	(2,1%)

Unter den 56 berücksichtigten Arten befinden sich 17 Singletons (30,4% der Gesamt-Artenzahl), von denen 13 (27,1% der Maastrichtium-Arten) im Maastrichtium und 4 (30,8% der Danium-Arten) im Danium vorkommen. Die Mehrzahl der Singletons ist im jeweiligen Probenhorizont nur als Einzelindividuum vorhanden, Ausnahmen bilden *Pteromyrtea* sp., *Panopea inferior* und *Cinulia pauper*, die mit maximal drei Exemplaren vorkommen. Es handelt sich also auch hier bei den Singletons um Taxa, die sehr selten auftreten.

Im Gegensatz zu den Singletons zeigen manche Arten eine Verbreitung fast über das gesamte HU Profil. Die größten stratigraphischen Reichweiten haben *Turritella malaspina* und *Disparilia* sp.

Die 48 Arten des Maastrichtiums verteilen sich auf folgende Gruppen: 19 Pteriomorphia (39,6%), 14 heterodonte Bivalven (29,2%), 3 Telliniden (6,3%), 3 Trigonien (6,3%), 2 Nuculoiden (4,2%), 1 Anamolodesmata (2,1%) und 6 Gastropoden (12,5%).

Im Danium sind nur 13 Taxa vorhanden, die sich auf folgende Gruppen verteilen: 5 Pteriomorphia (38,5%), 4 Nuculoiden (30,8%), 2 heterodonte Bivalven (15,4%), *Turritella* (7,7%) und *Flabellum* (7,7%).

Fünf Arten treten sowohl im Maastrichtium als auch im Danium auf, und zwar 2 Nuculoiden, 1 heterodonte Bivalve, 1 Vertreter der Pteriomorphia und 1 Gastropode.

Obwohl der Anteil der Pteriomorphia im Maastrichtium und Danium ähnlich ist, sind die im Maastrichtium vorhandenen Arten dieser Unterklasse in diesem Profil stark an der K/Pg-Grenze betroffen. Nur eine von 19 im Maastrichtium vorhandenen Arten findet sich auch noch im Danium.

Die drei Arten aus der Familie der Tellinidae treten nur im Maastrichtium auf. Innerhalb der Vertreter der Nuculoida kommen alle Arten im Danium vor. Dabei durchlaufen *Saccella tumida* und *Australoneilo gracilis* die K/Pg-Grenze im Huantraico Profil, während *Nuculana amuriensis* und *Yoldia perdita* erst im Danium auftauchen. Der Anteil der Nuculoiden ist im Danium wesentlich höher als im Maastrichtium. Die einzige im Huantraico Profil vertretene Korallenart *Flabellum* sp. tritt erst im Danium auf, wie auch in den Profilen von BJG und OP.

Unter den Gastropoden ist hier nur *Turritella* sowohl im Maastrichtium als auch im Danium vorhanden.

Der aufgrund der wenigen Aufschlüsse sehr schlechte Fossilbericht im Danium ist hier jedoch ein großes Problem. Neun Arten, die hier nur im Maastrichtium nachgewiesen sind, treten in anderen Profilen auch im Danium auf, was verdeutlicht, dass gerade im HU Profil der schlechte Fossilbericht im Danium eine große Rolle spielt.

6.2.3. Paso del Sapo

6.2.3.1. SM Profil

Im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo liegt das Hauptaugenmerk auf dem Profil von San Martin, wo im Maastrichtium und Danium mächtige Profilabschnitte vorhanden sind (Abb. 6.3). Wie in der Profilbeschreibung (Kap.) bereits erwähnt wurde, ist der Fossilbericht im basalen Danium des SM Profils schlecht. Der Einschnitt an der K/Pg-Grenze ist an den zahlreichen Arten, die dort ihr letztes Vorkommen haben, gut zu erkennen.

Zusammensetzung der Fauna im SM Profil:

Artniveau:	Bivalvia:	52	(73,2%)
	Gastropoda:	19	(26,8%)
Gattungsniveau:	Bivalvia:	41	(70,7%)
	Gastropoda:	17	(29,3%)

Sowohl im Maastrichtium als auch im Danium sind zahlreiche Singletons unter den 70 berücksichtigten Arten (32,9% der Gesamt-Artenzahl) vorhanden. Zehn Arten (21,7% der Maastrichtium-Arten) treten im Maastrichtium nur in jeweils einem Probenhorizont auf, im Danium sind 13 Singletons (37,1% der Danium-Arten) vorhanden.

Bis auf fünf Arten (*Brachidontes* sp., *Ostrea wilckensi*, *Saccella tumida*, *Colus delrioae* und *Fyfea lirata*) sind die Singletons in den jeweiligen Probenhorizonten nur in Einzelexemplaren vorhanden. Einige wenige Arten sind über das gesamte Profil nachgewiesen (*Euspira pueyrredonensis*, *Venericardia iheringi* und *Turritella malaspina*).

Die 46 im Maastrichtium berücksichtigten Arten verteilen sich auf folgende Gruppen: 12 heterodonte Bivalven (26,1%), 11 Pteriomorphia (23,9%), 5 Nuculoiden (10,9%), 3 Telliniden (6,5%), 3 Trigonien (6,5%), 2 Anomalodesmata (4,3%) und 10 Gastropoden (21,7%).

Im Danium sind 35 Arten vorhanden, die durch folgende Gruppen vertreten sind: 11 heterodonte Bivalven (31,4%), 6 Nuculoiden (17,1%), 6 Pteriomorphia (17,1%), 1 Anomalodesmata (2,9%) und 11 Gastropoden (31,4%).

Elf Arten sind sowohl im Maastrichtium als auch im Danium vorhanden: 5 heterodonte Bivalven, 3 Nuculoiden, 1 Vertreter der Pteriomorphia und 2 Gastropoden (*Turritella*, *Euspira*).

Auch in diesem Profil ist der Anteil der Nuculoiden an den Arten im Danium höher als im Maastrichtium. Die Vertreter der Pteriomorphia sind dagegen im Maastrichtium mit einem höheren Anteil vertreten. Gastropoden-Taxa stellen im Danium auch einen höheren Anteil an der Fauna im Vergleich zum Maastrichtium. Im SM Profil findet sich der deutlich höchste Anteil an Gastropoden-Arten im Vergleich zu den Profilen von BJG und HU.

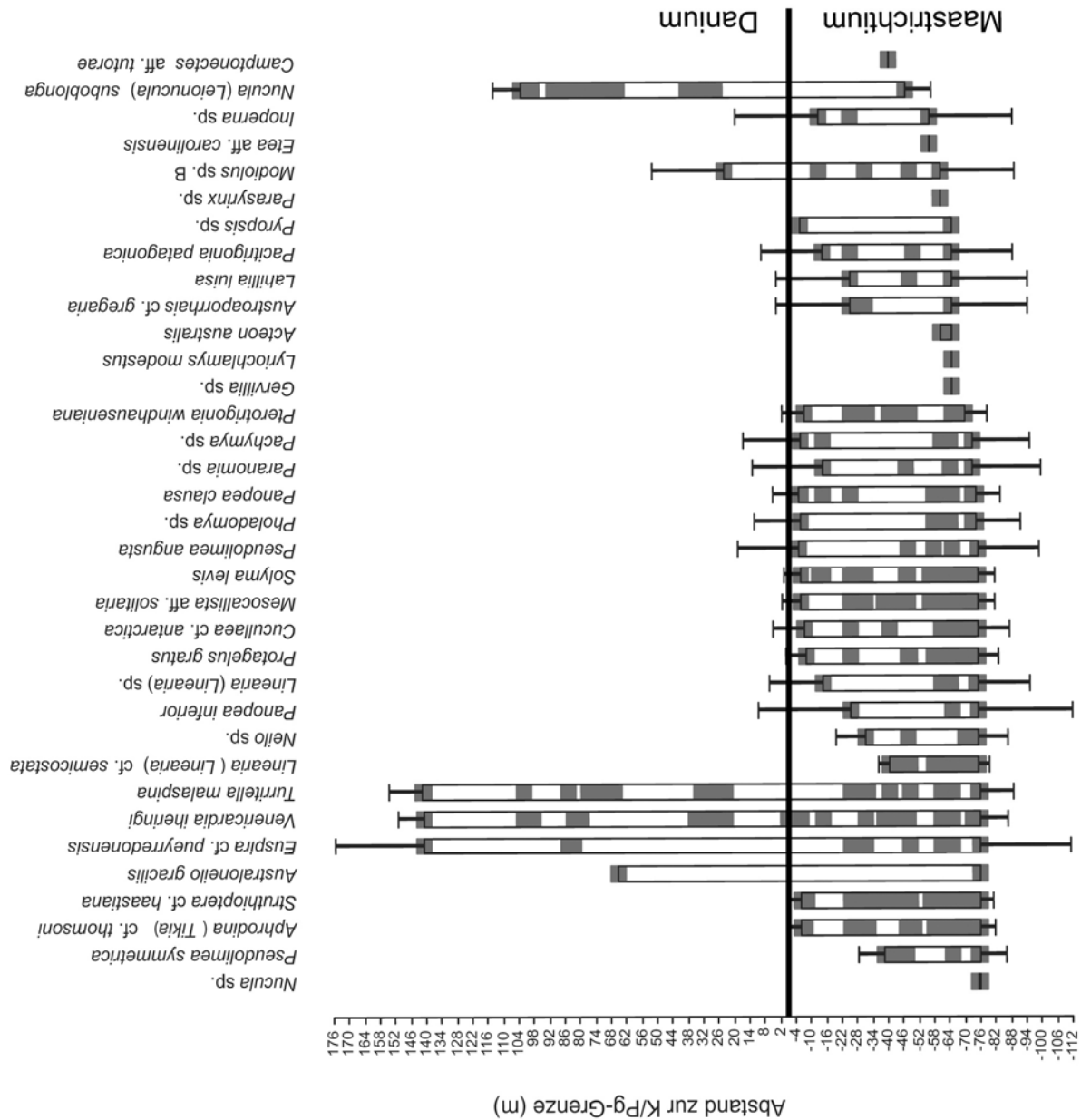


Abb. 6.3 A: Stratigraphische Reichweiten der Bivalven- und Gastropoden-Arten im San Martín Profil (SM). Auf der Ordinate sind die Abstände zur K/Pg-Grenze aufgetragen. Die Lage der K/Pg-Grenze ist zur Veranschaulichung eingetragen. In den Balken für die einzelnen Arten sind durch die Graufärbung die Bereiche markiert, in denen die entsprechenden Arten in den Probenhorizonten nachgewiesen werden konnten. Die Fehlerbalken stellen die 50 % Konfidenzintervalle nach Strauss & Sadler (1989) dar.

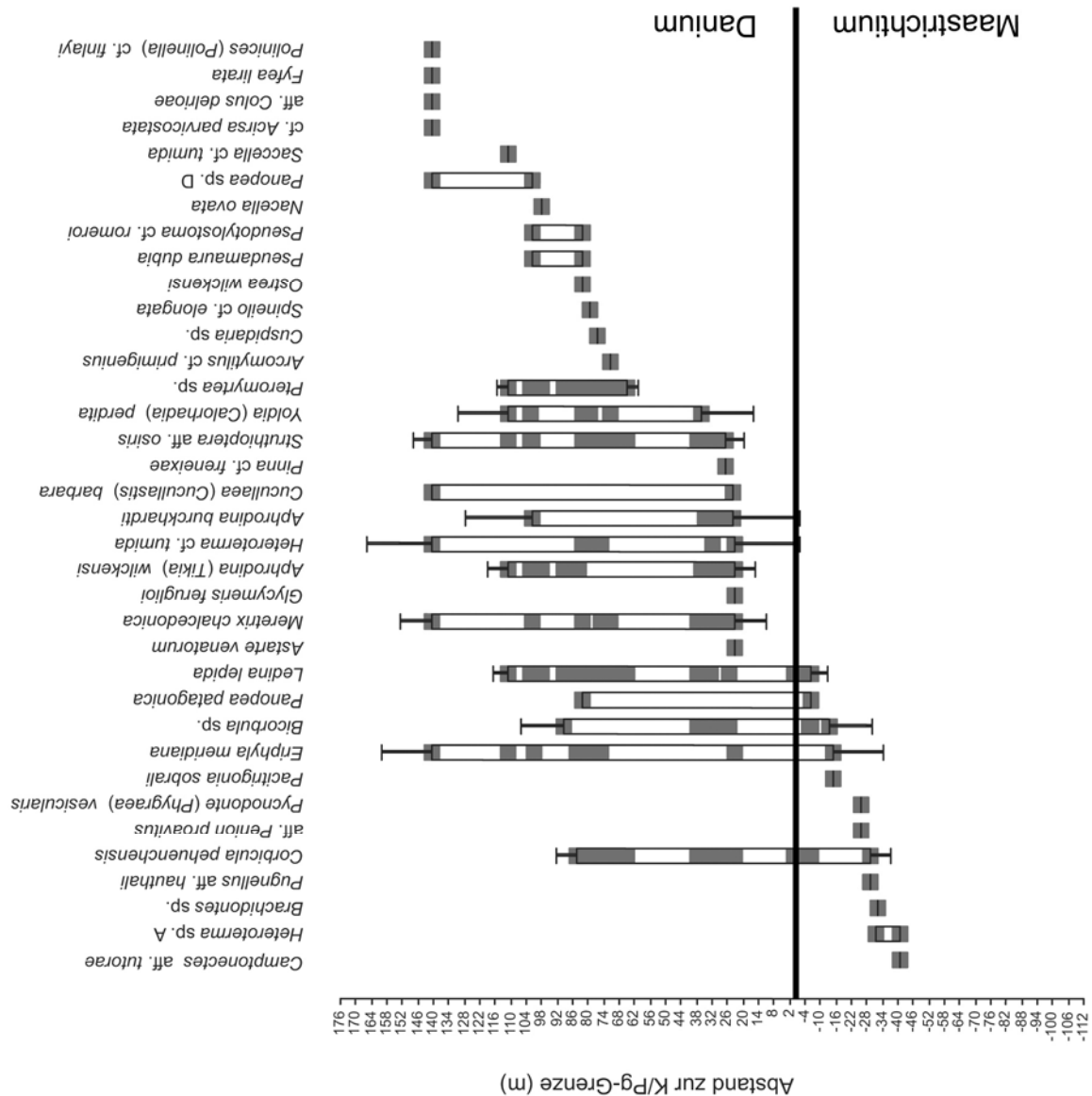


Abb. 6.3 B: Stratigraphische Reichweiten der Bivalven- und Gastropoden-Arten im San Martin Profil (SM). Auf der Ordinate sind die Abstände zur K/Pg-Grenze aufgetragen. Die Lage der K/Pg-Grenze ist zur Veranschaulichung eingetragen. In den Balken für die einzelnen Arten sind durch die Graufärbung die Bereiche markiert, in denen die entsprechenden Arten in den Probenhorizonten nachgewiesen werden konnten. Die Fehlerbalken stellen die 50 % Konfidenzintervalle nach Strauss & Sadler (1989) dar.

6.2.4. Zusammenfassung Stratigraphische Reichweiten

In allen Profilen sind Bivalven die dominierende Klasse. Gastropoden haben im SM Profil ihren höchsten Artenanteil. Korallen sind in sämtlichen betrachteten Profilen erst im Danium vertreten.

Der Anteil der Singletons ist in den betrachteten Profilen hoch. Die Taxa, die in den Profilen von BJG und HU lokal als Singletons auftreten, treten jedoch in anderen Profilen der Arbeitsgebiete auch auf, so dass es sich regional nicht um Singletons handelt. Bei der Hälfte der Singletons des SM Profils handelt es sich um Arten, die nur in diesem Profil nachgewiesen werden konnten.

Der Anteil der Nuculoiden-Arten ist im Danium in den berücksichtigten Profilen immer deutlich höher als im Maastrichtium. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Pteriomorphia-Arten im Danium immer geringer als im Maastrichtium.

6.3. Neue Gattungen, Einwanderer, Überlebende und Paläogeographie

Anhand der eigenen Untersuchungen und der Daten von Sepkoski (2002), der PBDB und weiterer Literatur (siehe Kapitel 4) konnten die nachgewiesenen Bivalven- und Gastropodengattungen in fünf verschiedene Kategorien eingeteilt werden: Überlebende, Einwanderer, neue Gattungen, Opfer und lokale Opfer (Tabelle 6.4). Dabei zeigt sich, dass der Großteil (69,8% ohne Singletons) der Bivalven- und Gastropodengattungen des Daniums von Überlebenden, also Gattungen, die bereits im Maastrichtium der Region vorkamen, gebildet wurde. Innerhalb der Gattungen des Daniums, die im Maastrichtium der Gesamtregion nicht nachgewiesen wurden überwiegen die Einwanderer (18,6%) die neuen Gattungen (11,6%). Der Anteil der lokalen Opfer (27,9%) ist größer als derjenige der Gattungen, die nach dem Maastrichtium auch global verschwunden sind (23,0%).

Betrachtet man die Molluskenfaunen des Maastrichtiums und des Daniums unter Berücksichtigung der paläogeographischen Verbreitung der vorkommenden Gattungen, fällt auf, dass alle im Danium neu auftretenden Gattungen in dieser Stufe nur in Patagonien und/oder den Kontinenten der südlichen Südhemisphäre nachgewiesen werden konnten. Dadurch war im Danium der Anteil der Gattungen, die im Danium auf Patagonien und die Südkontinente beschränkt waren, etwas größer als im Maastrichtium (41,9% vs. 36,1%). Der Anteil der kosmopolitischen und der auf mindestens fünf Kontinenten vorkommenden Gattungen ist im Maastrichtium (32,8%) und im Danium (32,6%) fast identisch.

Betrachtet man die Faunen des unteren Danium in den untersuchten Profilen Patagoniens im Hinblick auf die Anteile von Überlebenden, neuen Gattungen und Einwanderern, ist ein deutliches Vorherrschen von überlebenden Gattungen festzustellen. In den ersten Probenhorizonten des Danium kommen in den Profilen von BJG, OP, HU und SM ausschließlich Gattungen vor, die auch schon im Maastrichtium der jeweiligen Lokalität nachgewiesen werden konnten. Erst danach treten neue Gattungen wie beispielsweise *Yoldia* und *Jagolucina* in Erscheinung. Im Profil von SM sind Einwanderer und neue Gattungen erst weit über der K/Pg-Grenze gefunden worden, was jedoch auch auf den schlechten Fossilbericht zwischen der K/Pg-Grenze und der *Turritella*-Bank zurückzuführen ist.

Tab. 6.4: Einteilung der Gattungen in Überlebende Gattungen (1), Einwanderer (2), im Danium neu auftretende Gattungen (3), Opfer (4) und lokale Opfer (5).

Gattung	Kategorie	Gattung	Kategorie
<i>Disparilia</i>	1	<i>Polinices</i>	3
<i>Priscaphander</i>	1	<i>Fyfea</i>	3
<i>Heteroterma</i>	1	<i>Saulopsis</i>	3
<i>Pteromyrtea</i>	1	<i>Colus</i>	3
<i>Australoneilo</i>	1	<i>Acirsa</i>	3
<i>Struthioptera</i>	1	<i>Jagolucina</i>	3
<i>Ledina</i>	1	<i>Perissodonta</i>	3
<i>Saccella</i>	1	<i>Spineilo</i>	3
<i>Nacella</i>	1	<i>Austrotrigonia</i>	4
<i>Tikia</i>	1	<i>Roudairia</i>	4
<i>Nemodon</i>	1	<i>Pterotrighonia</i>	4
<i>Cryptorhytis</i>	1	<i>Bakevellia</i>	4
<i>Euspira</i>	1	<i>Solya</i>	4
<i>Paranomia</i>	1	<i>Pacitrighonia</i>	4
<i>Meretrix</i>	1	<i>Pugnellus</i>	4
<i>Bicorbula</i>	1	<i>Protangelus</i>	4
<i>Corbicula</i>	1	<i>Mesocallista</i>	4
<i>Glycymeris</i>	1	<i>Deltamya</i>	4
<i>Eriphyla</i>	1	<i>Pachymya</i>	4
<i>Nuculana</i>	1	<i>Amphidonte</i>	4
<i>Pseudolimea</i>	1	<i>Inoperna</i>	4
<i>Venericardia</i>	1	<i>Linearia</i>	4
<i>Turritella</i>	1	<i>Lyrioehlamys</i>	4
<i>Ostrea</i>	1	<i>Entolium</i>	4
<i>Leionucula</i>	1	<i>Cinulia</i>	5
<i>Pycnodonte</i>	1	<i>Neilo</i>	5
<i>Cucullaea</i>	1	<i>Camptochlamys</i>	5
<i>Modiolus</i>	1	<i>Parasyrinx</i>	5
<i>Pinna</i>	1	<i>Austroaporrhais</i>	5
<i>Panopea</i>	1	<i>Lahillia</i>	5
<i>Nicaniella</i>	2	<i>Penion</i>	5
<i>Taioma</i>	2	<i>Pyropsis</i>	5
<i>Mixtipecten</i>	2	<i>Acteon</i>	5
<i>Pseudamaura</i>	2	<i>Etea</i>	5
<i>Galeodea</i>	2	<i>Brachidontes</i>	5
<i>Arcomylus</i>	2	<i>Musculus</i>	5
<i>Gryphaeostrea</i>	2	<i>Gervillia</i>	5
<i>Tornatellaea</i>	2	<i>Lima</i>	5
<i>Cuspidaria</i>	2	<i>Nucula</i>	5
<i>Aphrodina</i>	2	<i>Ambigostrea</i>	5
<i>Camptonectes</i>	2	<i>Phelopteria</i>	5
<i>Astarte</i>	2	<i>Spondylus</i>	5
<i>Pseudotylostoma</i>	3	<i>Acesta</i>	5
<i>Yoldia</i>	3	<i>Pholadomya</i>	5

Unter den Einwanderern und neuen Gattungen in BJG und SM finden sich verhältnismäßig viele Karnivore und Depositfresser. In OP sind unter den elf neuen Gattungen und Einwanderern vier Suspensionsfresser und ein Oberflächen-Depositfresser, sowie vier Karnivore, ein flach-infaunaler Depositfresser und eine chemosymbiontische Lucinidae. Drei der vier Suspensionsfresser treten aber erstmals im oberen Profilbereich 15 m über der K/Pg-Grenze und später auf. Somit sind auch im OP Profil im unteren Danium unter den auf das Danium beschränkten Gattungen die Suspensionsfresser in sehr geringen Anteilen vorhanden.

6.4. Lokale Paläobiodiversitätsmuster

In diesem Abschnitt stehen die lokalen Muster der verschiedenen Diversitäts-Parameter (Alpha-Paläobiodiversität, Paläobiodiversität nach Rarefaction, Shannon-Index, Evenness) im Mittelpunkt. Diese werden jeweils für folgende Profile beschrieben: BJG, OP, HU und SM. Für das SM Profil werden auch ausschließlich die Muster der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte und diejenigen der Faziesassoziation II (Scasso et al. eingereicht) analysiert. Dabei werden für die jeweiligen Profile sowohl die gesamte Benthosfauna als auch nur die Bivalven betrachtet. Am Ende jedes Parameters sowie am Ende des Abschnitts werden die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammengefasst.

6.4.1. Alpha-Paläobiodiversität

6.4.1.1. BJG Profil Gesamtf fauna

Die Alpha-Paläobiodiversität schwankt in den 10 Probenhorizonten des Maastrichtiums von 6 bis 14 (MW = 10,4). Vor allem in den oberen 1,70 m des Maastrichtiums liegen die Werte im zweistelligen Bereich, wobei der Maximalwert ca. 0,5 m unter der K/Pg-Grenze erreicht wird. Im Danium liegen die Werte der Alpha-Paläobiodiversität zwischen 5 und 11 (MW = 8,1), es finden sich im Danium unter den 17 Probenhorizonten nur zwei zweistellige Werte. An der K/Pg-Grenze ist ein Rückgang der Alpha-Paläobiodiversität zu beobachten (Abb. 6.4 A). Der Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und denen des Daniums ist signifikant ($p = 0,027$).

6.4.1.2. BJG Profil Bivalven

In den 9 Probenhorizonten des Maastrichtiums liegt die Alpha-Paläobiodiversität zwischen 6 und 11 (MW = 9,2). Im Danium schwanken die Werte zwischen 4 und 10 (MW = 6,9). Im unteren Danium sind die Werte im Vergleich zum oberen Maastrichtium deutlich niedriger. Unter den 14 Probenhorizonten des Daniums findet sich 1,76 m über der K/Pg-Grenze mit dem Maximalwert von 10 nur ein zweistelliger Wert. Die Kurve verläuft sehr ähnlich der Kurve für die Gesamtf fauna. Die Werte der Alpha-Paläobiodiversität des Maastrichtiums sind signifikant höher als die des Daniums ($p = 0,010$).

6.4.1.3. OP Profil Gesamtfaua

Im Maastrichtium liegt nur ein Probenhorizont vor, der eine Alpha-Paläobiodiversität von 10 aufweist. Im Danium reichen die 28 Werte von 6 bis 22 (MW = 13,0). Ab 14 m über der K/Pg-Grenze finden sich nur noch zweistellige Werte zwischen 10 und 22, der Trend geht also im Laufe des Daniums zu höheren Werten. Die Werte sind im oberen Abschnitt des Profils höher als im Danium des BJG Profils, das allerdings einen gering-mächtigeren Abschnitt des Daniums umfasst.

6.4.1.4. OP Profil Bivalven

Wenn nur die Bivalven betrachtet werden, ist der Trend zu höherer Alpha-Paläobiodiversität im Danium nicht so stark wie bei Berücksichtigung der Gesamtfaua. Die Werte sind hier auch deutlich niedriger, sie liegen ab 14 m über der K/Pg-Grenze zwischen 6 und 15.

6.4.1.5. HU Profil Gesamtfaua

Die Werte der 17 Probenhorizonte des Maastrichtiums schwanken zwischen 5 und 32 (MW = 13,6). Im obersten Maastrichtium ab etwa 17 m unter der K/Pg-Grenze ist die Alpha-Paläobiodiversität bereits verringert und erreicht nur Werte zwischen 5 und 8 (Abb. 6.4 B). Im Danium liegen die Werte zwischen 6 und 10 (MW = 7,3), es sind allerdings nur drei Werte im Danium vorhanden. Damit sind die Alpha-Paläobiodiversitäts-Werte im Danium niedriger als in den meisten Probenhorizonten des Maastrichtiums, abgesehen vom obersten Maastrichtium. Die Werte des Maastrichtiums und des Daniums sind jedoch nicht signifikant verschieden ($p = 0,089$).

6.4.1.6. HU Bivalven

Im Maastrichtium liegen die 16 Werte zwischen 5 und 25 (MW = 12,7). Im Danium gehen bei Betrachtung der Bivalven nur noch 2 Horizonte in die Analyse ein, deren Werte 3 und 8 betragen. Es ergibt sich ein ganz ähnliches Muster wie bei der vorhergehenden Analyse. Die Werte des Maastrichtiums und des Daniums sind signifikant verschieden ($p = 0,048$).

6.4.1.7. SM Profil Gesamtfaua

Während alle Werte der 14 Probenhorizonte des Maastrichtiums zwischen 11 und 24 (MW = 14,6) liegen, sind im gesamten Danium nur 5 zweistellige Werte vorhanden (Abb. 6.4 C). Dort reichen die Werte der 27 Probenhorizonte von 2 bis 16 (MW = 7,5). An der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Rückgang der Alpha-Paläobiodiversität festzustellen. Es muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass im basalen Danium eine Lücke von mehr als 20 m ohne Probenhorizont besteht. Aber auch in den Profilbereichen mit zahlreichen Probenhorizonten sind im Danium die Werte fast immer deutlich niedriger als im Maastrichtium. Die Werte der Alpha-Paläobiodiversität sind im Danium signifikant niedriger als im Maastrichtium ($p = 0,000$).

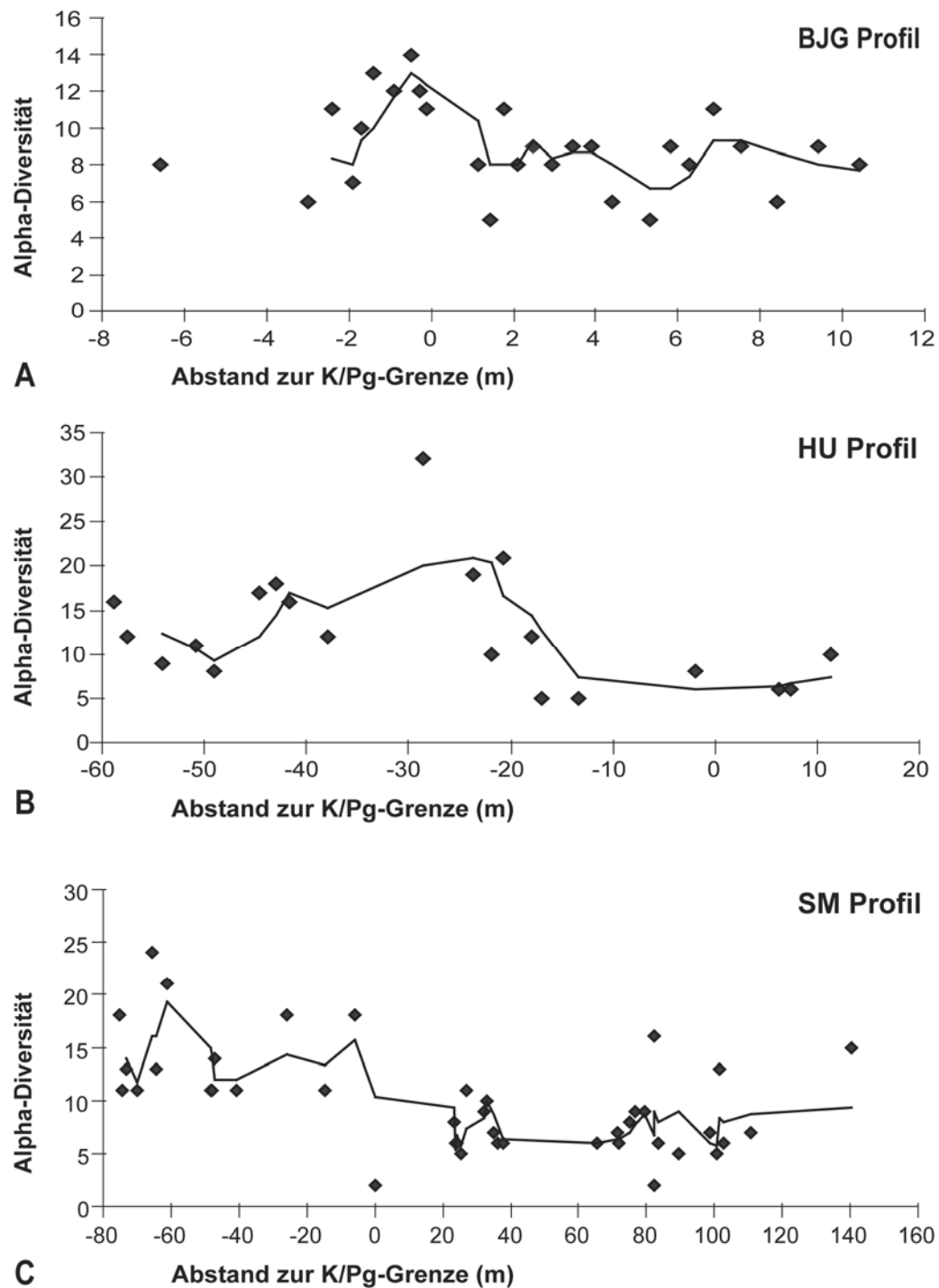


Abb. 6.4: Alpha-Paläobiodiversität der Makrobenthosfauna in verschiedenen Profilen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Bajada del Jagüel Profil (BJG), **B** Huantraico Profil (HU), **C** San Martin Profil (SM).

6.4.1.8. SM Profil Bivalven

Im Maastrichtium liegen die 12 Werte zwischen 10 und 17 (MW = 12,7), die 26 Werte im Danium liegen zwischen 1 und 9 (MW = 5,6). Die Danium-Werte sind also durchgehend niedriger als die Werte im Maastrichtium, was durch einen signifikanten Unterschied belegt ist ($p = 0,000$). Der hier beobachtete Trend ist identisch demjenigen, der bei der Analyse der Gesamtfaua beobachtet werden kann.

6.4.1.9. SM Ton- und Siltsteine Gesamtfaua

Die 8 Werte des Maastrichtiums schwanken zwischen 11 und 24 (MW = 16,1). Im Danium liegen die Werte der 13 Probenhorizonte zwischen 5 und 10 (MW = 6,8) und somit durchgehend unter denen des Maastrichtiums. An der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Rückgang der Alpha-Paläobiodiversität zu erkennen (Abb. 6.5 A).

Da in dieser Analyse nur die Ton- und Siltsteine berücksichtigt wurden, gibt es weite Profilbereiche, aus denen keine Probenhorizonte vorliegen. Dennoch ist auffallend, dass die Werte der Alpha-Paläobiodiversität im Maastrichtium und Danium signifikant unterschiedlich sind ($p = 0,000$). Die Alpha-Paläobiodiversität erreicht hier auch im obersten Profilabschnitt nicht die Werte des Maastrichtiums.

6.4.1.10. SM Ton- und Siltsteine Bivalven

Die 8 Werte des Maastrichtiums reichen von 10 bis 17 (MW = 13,3). Im Danium liegt die Alpha-Paläobiodiversität in den 12 Probenhorizonten zwischen 4 und 8 (MW = 5,7). Der beobachtete Trend gleicht dem der Analyse der Gesamtfaua. Auch hier sind die Werte des Maastrichtiums im Vergleich zum Danium signifikant höher ($p = 0,000$).

6.4.1.11. SM Faziesassoziation II Gesamtfaua

Die 10 Probenhorizonte des Maastrichtiums haben Alpha-Paläobiodiversitäts-Werte zwischen 11 und 24 (MW = 14,7), die 23 Probenhorizonte des Daniums zwischen 5 und 16 (MW = 8,0). Bis auf vier Probenhorizonte liegen die Werte des Daniums immer unter denen des Maastrichtiums (Abb. 6.5 B). Auch hier sind weite Profilbereiche ohne einbezogenen Probenhorizont vorhanden (47 m unter bis etwa 24 m über der K/Pg-Grenze). Die ersten Werte im Danium sind niedriger als die letzten einbezogenen Werte des Maastrichtiums. Der Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums ist signifikant ($p = 0,000$).

6.4.1.12. SM Faziesassoziation II Bivalven

Die Unterschiede zwischen Maastrichtium und Danium sind bei Betrachtung der Bivalven stärker als bei Betrachtung der Gesamtfaua. Die 9 Werte des Maastrichtiums liegen zwischen 10 und 17 (MW = 12,6), die 21 Werte des Daniums zwischen 4 und 9 (MW = 6,1). Die Alpha-Paläobiodiversität der Bivalven ist im gesamten Danium geringer als im Maastrichtium, es ist keine Erholung erkennbar (Abb. 6.5 C).

Wird nur die Alpha-Paläobiodiversität der Bivalven betrachtet, zeigt die Kurve einen ähnlichen Verlauf wie bei der Analyse der Gesamtfaua. Hier fehlt allerdings der Anstieg zum letzten Probenhorizont, da die Bivalven in diesem eine geringe Alpha-Paläobiodiversität

zeigen. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zu denen des Daniums signifikant größer ($p = 0,000$).

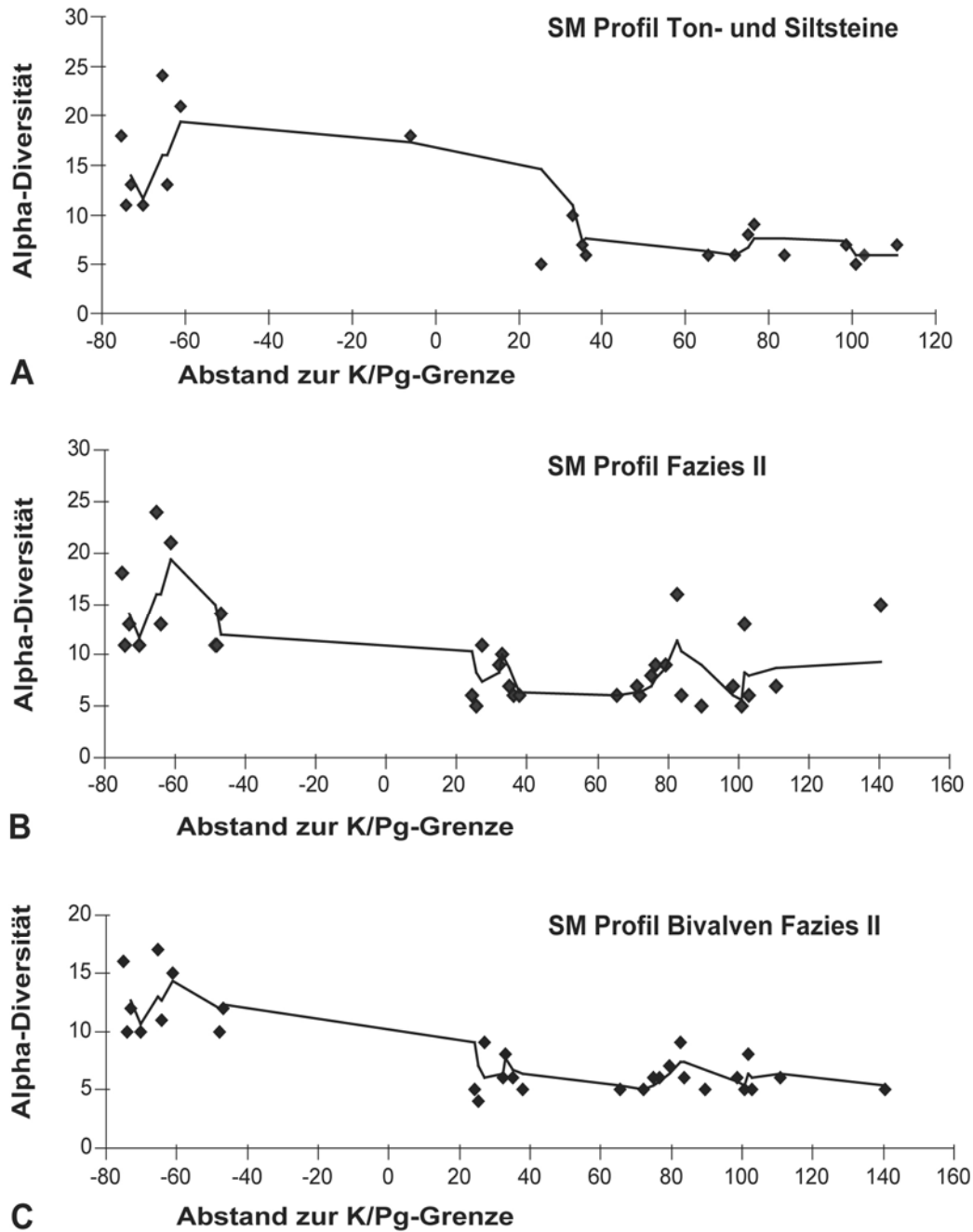


Abb. 6.5: Alpha-Paläobiodiversität der Makrobenthosfauna (A + B) bzw. der Bivalven im San Martin Profil (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, **B** Probenhorizonte der Faziesassoziation II, **C** Probenhorizonte der Faziesassoziation II, wobei nur Bivalven berücksichtigt wurden.

6.4.1.13. Zusammenfassung Alpha-Paläobiodiversität

Die Analyse der Alpha-Paläobiodiversität in den verschiedenen Profilen zeigt im Maastrichtium signifikant höhere Werte im Vergleich zum Danium. Sehr deutlich sind die Unterschiede in den Analysen des SM Profils. Auch bei der ausschließlichen Berücksichtigung der Ton- und Siltsteine und der Probenhorizonte der Faziesassoziation II zeigen sich im SM Profil die deutlich höheren Werte des Maastrichtiums. In allen Profilen sind die niedrigeren Werte im Danium sowohl bei der Analyse der Gesamtfaua als auch bei der Betrachtung ausschließlich der Bivalven festzustellen. Da im OP Profil nur ein Probenhorizont im Maastrichtium vorliegt, ist dort ein Vergleich zwischen Maastrichtium und Danium nicht möglich.

6.4.2. Paläobiodiversität nach Rarefaction

6.4.2.1. BJG Profil Gesamtfaua

Die Werte der 10 Probenhorizonte schwanken im Maastrichtium zwischen 4,9 und 9,5 (MW = 7,8). Im Danium liegen die 17 Werte zwischen 4,7 und 8,6 (MW = 6,8). Die Kurve zeigt einen sehr unregelmäßigen Verlauf, wobei an der K/Pg-Grenze kein Einschnitt erkennbar ist (Abb. 6.6 A). Die Werte des Maastrichtiums sind signifikant größer als die des Daniums ($p = 0,045$).

6.4.2.2. BJG Profil Bivalven

Die 9 Probenhorizonte des Maastrichtiums besitzen Werte zwischen 4,9 und 8,5 (MW = 7,1). Im Danium reichen die 14 Werte von 3,8 bis 7,6 (MW = 6,1). Die Kurve ist fast identisch der Analyse der Gesamtfaua. Da jedoch der unterste Probenhorizont des Maastrichtiums der Gesamtfaua-Analyse hier nicht einbezogen wurde, setzt die Kurve erst später ein. Auch wenn nur die Bivalven betrachtet werden, ist der Unterschied zwischen Maastrichtium und Danium signifikant ($p = 0,020$) mit größeren Werten für das Maastrichtium.

6.4.2.3. OP Profil Gesamtfaua

Im Maastrichtium liegt nur ein einziger Probenhorizont mit einem Wert von 6,8 vor. Die 28 Werte des Daniums schwanken zwischen 5,2 und 11,4 (MW = 8,1). Von ca. 9 m bis ca. 17 m über der K/Pg-Grenze bewegen sich die Werte auf einem recht hohen Level. Nur in diesem Abschnitt kommen zweistellige Werte vor. Im oberen Profilbereich ab etwa 17 m über der K/Pg-Grenze ist ein Trend zu geringeren Werten zu erkennen. Da im Maastrichtium nur ein Probenhorizont in die Analysen einbezogen wurde, konnte nicht auf Signifikanz getestet werden.

6.4.2.4. OP Profil Bivalven

Der einzige Probenhorizont im Maastrichtium erreicht auch hier einen Wert von 6,8. Im Danium liegen die 26 Werte zwischen 4,1 und 9,3 (MW = 6,7). Der Verlauf der Werte zeigt das gleiche Muster wie bei der Betrachtung der Gesamtfaua.

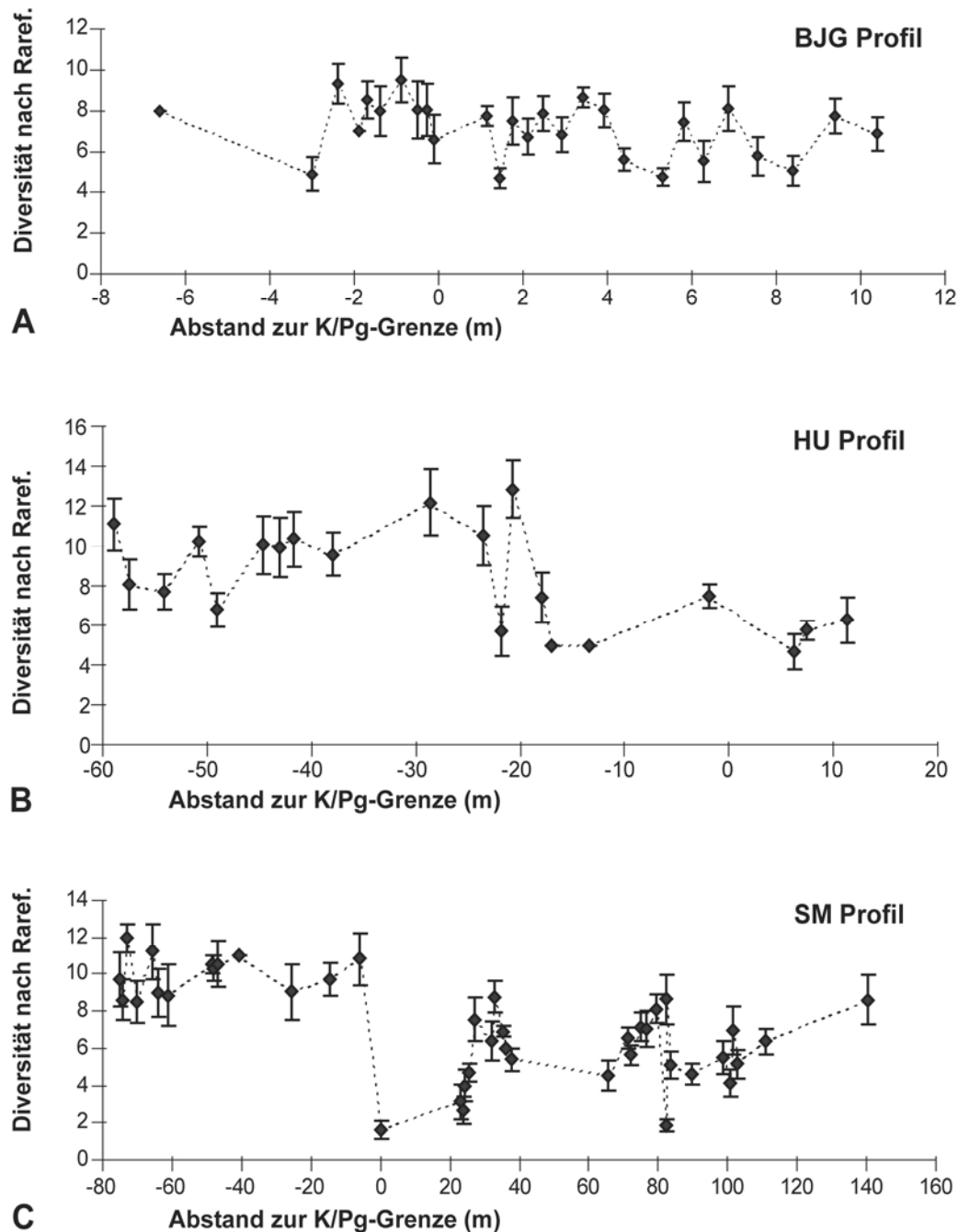


Abb. 6.6: Paläobiodiversität der Makrobenthosfauna nach Rarefaction in verschiedenen Profilen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Fehler stellen die Standardabweichung dar. **A** Bajada del Jagüel Profil (BJG), **B** Huantraico Profil (HU), **C** San Martin Profil (SM).

6.4.2.5. HU Profil Gesamtfauna

Die 17 Probenhorizonte des Maastrichtiums haben Werte zwischen 5,0 und 12,8 (MW = 8,8). Im Danium liegen die 3 Werte zwischen 4,7 und 6,3 (MW = 5,6). Die Werte nehmen im oberen Maastrichtium ab etwa 20 m unter der K/Pg-Grenze ab. An der K/Pg-Grenze ist ein

weiterer Rückgang erkennbar (Abb. 6.6 B). Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zu denen des Daniums signifikant größer ($p = 0,039$).

6.4.2.6. HU Profil Bivalven

Im Maastrichtium reichen die 16 Werte von 5,0 bis 12,2 (MW = 8,6). Die 2 Werte des Daniums liegen bei 3,0 und 6,7 (MW = 4,9). Die Kurve ist annähernd identisch mit der Kurve der Gesamtfaua. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zu denen des Daniums signifikant höher ($p = 0,049$).

6.4.2.7. SM Profil Gesamtfaua

Die 14 Probenhorizonte des Maastrichtiums erreichen Werte zwischen 8,5 und 11,9 (MW = 10,0). Im Danium schwanken die Werte der 27 Probenhorizonte zwischen 1,7 und 8,8 (MW = 5,7). Das Niveau der Paläobiodiversität nach Rarefaction ist also im Maastrichtium deutlich höher als im Danium (Abb. 6.6 C).

An der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Einschnitt erkennbar (Abb. 6.6 C). Im unteren Danium findet sich ein Bereich von über 20 m ohne Probenhorizont. Zwischen 23 und 27 m über der K/Pg-Grenze steigen die Werte wieder an, das Niveau der Werte des Maastrichtiums wird jedoch kaum noch erreicht. Zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums besteht ein signifikanter Unterschied ($p = 0,000$), wobei die Werte im Maastrichtium größer sind.

6.4.2.8. SM Profil Bivalven

Die 12 Probenhorizonte des Maastrichtiums schwanken zwischen 7,8 und 10,8 (MW = 9,6). Im Danium liegen die Werte der 26 Probenhorizonte zwischen 1,0 und 8,0 (MW = 4,8).

Der Kurvenverlauf gleicht dem der Gesamtfaua-Analyse, nur im letzten Probenhorizont ist hier kein Anstieg des Wertes zu beobachten, da die Bivalven einen geringen Wert besitzen. Auch bei Betrachtung der Bivalven im SM Profil ist die Paläobiodiversität nach Rarefaction im Maastrichtium signifikant größer als im Danium ($p = 0,000$).

6.4.2.9. SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfaua

Im Maastrichtium liegen die Werte der 8 Probenhorizonte zwischen 8,5 und 11,9 (MW = 9,8). Die 13 Werte des Daniums schwanken zwischen 4,1 und 8,8 (MW = 5,9).

Im Maastrichtium existiert ein großer Bereich ohne Probenhorizont zwischen etwa 61 m und 6 m unterhalb der K/Pg-Grenze. Im unteren Danium sind weitere 25 m ohne Probenhorizont vorhanden. Aber auch die Analyse der Ton- und Siltstein-Horizonte ergibt einen deutlichen Abfall der Paläobiodiversität an der K/Pg-Grenze und fast durchgehend niedrigere Werte für die Probenhorizonte des Daniums im Vergleich zu denen des Maastrichtiums. Der Vergleich der Werte des Maastrichtiums und des Daniums ergibt signifikant höhere Werte im Maastrichtium ($p = 0,000$).

6.4.2.10. SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven

Die 8 Probenhorizonte des Maastrichtiums erreichen Werte zwischen 8,1 und 10,2 (MW = 9,6). Im Danium liegen die 12 Werte zwischen 3,8 und 8,0 (MW = 5,1). Damit liegen alle Werte des Daniums unter dem niedrigsten Wert des Maastrichtiums (Abb. 6.7 A).

Die Werte sind denjenigen der Analyse der Gesamtfaua sehr ähnlich. Auch hier ist ein signifikanter Unterschied zwischen Maastrichtium- und Danium-Werten festzustellen ($p = 0,000$).

6.4.2.11. SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaua

Im Maastrichtium liegen die 10 Werte zwischen 8,5 und 11,9 (MW = 9,9). Die Werte der 23 Probenhorizonte des Daniums reichen von 4,0 bis 8,8 (MW = 6,3).

Auch hier existiert ein großer Profilvereich ohne Probenhorizont (von 47 m unter bis etwa 24 m über der K/Pg-Grenze). Die Kurve zeigt auch deutlich die geringeren Werte im Danium. Zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums existiert ein signifikanter Unterschied ($p = 0,000$).

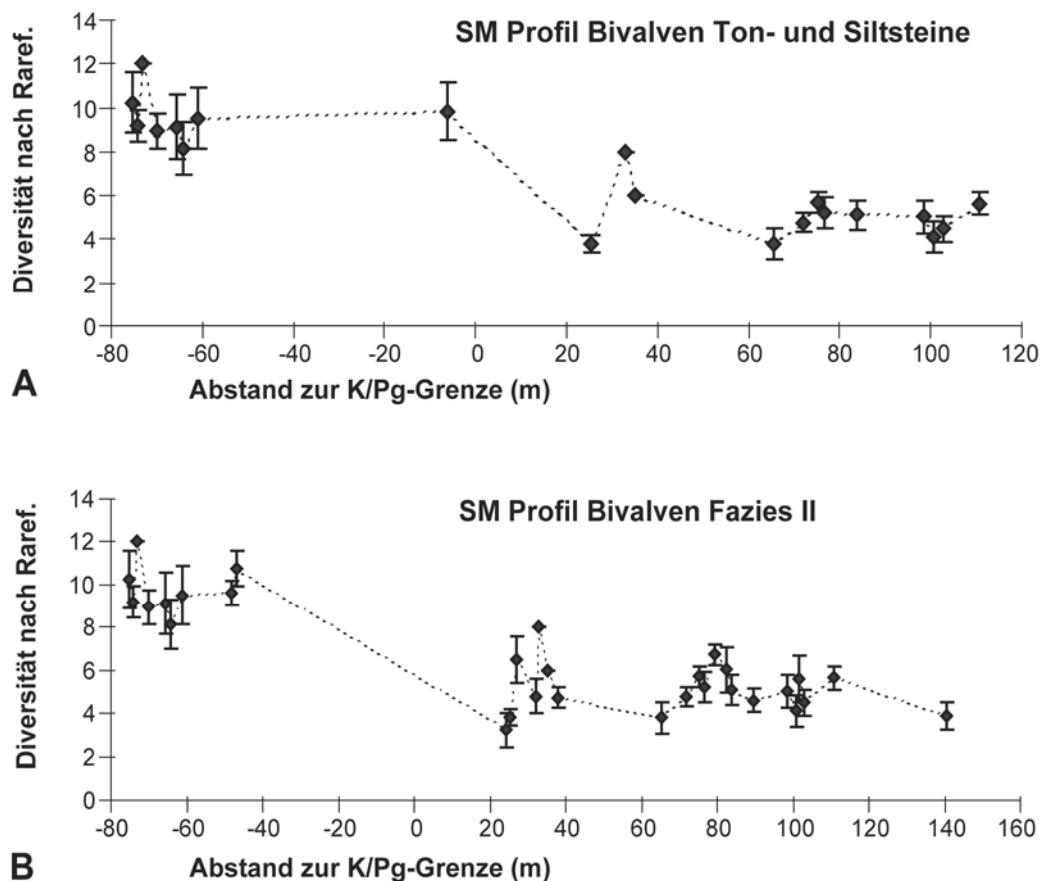


Abb. 6.7: Paläobiodiversität der Bivalven nach Rarefaction im San Martin Profil (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Fehler stellen die Standardabweichung dar. **A** Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, **B** Probenhorizonte der Faziesassoziation II.

6.4.2.12. SM Profil Faziesassoziation II Bivalven

Im Maastrichtium liegen 9 Probenhorizonte vor, deren Werte zwischen 8,1 und 10,8 (MW = 9,7) schwanken. Die 21 Probenhorizonte des Daniums zeigen Werte von 3,2 bis 8,0 (MW = 5,1). Die sich ergebende Kurve (Abb. 6.7 B) ist fast identisch wie bei der Analyse der Gesamtfaua. Lediglich am oberen Profilende differiert der Trend, da dort die Bivalven-Paläobiodiversität nach Rarefaction gering ist. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zu den Werten des Daniums signifikant höher ($p=0,000$).

6.4.2.13. Zusammenfassung Paläobiodiversität nach Rarefaction

In allen Profilen (Ausnahme OP, hier keine Aussage möglich) sind die Werte des Maastrichtiums im Vergleich zum Danium signifikant höher. Das trifft sowohl auf die Analysen der Gesamtfaua als auch auf die Analyse der Bivalven zu. Im BJK Profil ist kein Einschnitt an der K/Pg-Grenze erkennbar. In den Profilen von HU und SM zeigt sich an der K/Pg-Grenze eine Abnahme der Paläobiodiversität nach Rarefaction, wogegen in HU die Werte schon 20 m unter der K/Pg-Grenze zurückgehen.

Auch die Analysen der Ton- und Siltsteine und der Probenhorizonte der Faziesassoziation II im SM Profil liefern im Maastrichtium im Vergleich zum Danium signifikant höhere Werte und den erwähnten Rückgang an der K/Pg-Grenze. Im oberen Bereich des OP Profils, ab etwa 17 m über der K/Pg-Grenze, ist ein Trend zu niedrigeren Werten zu beobachten.

6.4.3. Shannon-Index H

6.4.3.1. BJK Profil Gesamtfaua

Im Maastrichtium liegen die Werte der 10 Probenhorizonte zwischen 1,06 und 2,17 (MW = 1,87). Die 17 Werte des Daniums schwanken zwischen 1,29 und 2,06 (MW = 1,71). An der K/Pg-Grenze ist keine große Veränderung der Werte erkennbar. Beim Vergleich der Werte des Maastrichtiums und des Daniums lässt sich kein signifikanter Unterschied der Werte feststellen ($p = 0,059$).

6.4.3.2. BJK Profil Bivalven

Die 9 Werte des Maastrichtiums liegen zwischen 1,06 und 2,00 (MW = 1,76). Im Danium schwanken die 14 Werte zwischen 1,17 und 1,85 (MW = 1,55). Im oberen Maastrichtium finden sich recht einheitlich hohe Werte, während im Danium die Shannon-Indizes stark schwanken (Abb. 6.8 A). An der K/Pg-Grenze ist kein Einschnitt zu erkennen, der erste Wert im Danium liegt 1,15 m über der K/Pg-Grenze. Bei den Bivalven ist der Unterschied der Shannon-Indizes zwischen Maastrichtium und Danium etwas größer als bei der Analyse der Gesamtfaua. Die Werte des Maastrichtiums sind signifikant höher als die des Daniums ($p = 0,050$).

6.4.3.3. OP Profil Gesamtfaua

Der Wert des einzigen Maastrichtium-Probenhorizonts beträgt 1,78. Die 28 Probenhorizonte des Daniums erreichen Werte von 1,18 bis 2,62 (MW = 1,97). Ab etwa 17 m über der K/Pg-Grenze ist ein Trend zu niedrigeren Werten erkennbar.

6.4.3.4. OP Profil Bivalven

Werden nur die Bivalven berücksichtigt, liegen die 26 Werte des Daniums zwischen 0,74 und 2,25 (MW = 1,68). Auch hier ist ein Trend zu niedrigeren Werten ab 17 m über der K/Pg-Grenze zu erkennen (Abb. 6.8 B).

6.4.3.5. HU Profil Gesamtfaua

Aus dem Maastrichtium liegen 17 Probenhorizonte vor, die von 0,98 bis 2,94 schwanken (MW = 2,07). Im Danium reichen die Werte der 3 Probenhorizonte von 1,18 bis 1,63 (MW = 1,35). Die Werte schwanken insgesamt sehr stark, und im K/Pg-Grenzbereich sind die Abstände zwischen den Probenhorizonten sehr groß. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zum Danium signifikant größer ($p = 0,050$). Problematisch ist dabei, dass nur drei Probenhorizonte im Danium vorliegen.

6.4.3.6. HU Profil Bivalven

Die 16 Probenhorizonte des Maastrichtiums haben Werte von 1,16 bis 2,73 (MW = 2,06). Im Danium liegen nur 2 Werte vor (0,39 und 1,65, MW = 1,02). Abgesehen von den niedrigeren Werten und der geringeren Anzahl der Probenhorizonte ergibt sich bei dieser Analyse ein identisches Muster wie bei derjenigen der Gesamtfaua. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zu denen des Daniums signifikant größer ($p = 0,049$).

6.4.3.7. SM Profil Gesamtfaua

Die 14 Werte der Probenhorizonte des Maastrichtiums liegen zwischen 1,86 und 2,73 (MW = 2,23). Im Danium schwanken die 27 Werte von 0,14 bis 2,24 (MW = 1,40). Nur in vier Horizonten des Daniums wird das Niveau des niedrigsten Maastrichtium-Wertes übertroffen. An der K/Pg-Grenze ist ein starker Rückgang der Werte zu beobachten. Anschließend steigt H wieder deutlich an, bevor sich die Werte auf einem recht einheitlichen Niveau einpendeln. Dieses ist jedoch niedriger als im Maastrichtium. Im Vergleich zum Maastrichtium sind die Werte des Daniums signifikant niedriger ($p = 0,000$).

6.4.3.8. SM Profil Bivalven

Im Maastrichtium sind 12 Probenhorizonte mit Werten zwischen 1,69 und 2,43 (MW = 2,11) vorhanden. Die 26 Probenhorizonte des Daniums besitzen Werte von 0 bis 1,93 (MW = 1,18). Der Verlauf der Werte entspricht dem der Gesamtfaua-Analyse. Die Shannon-Indizes sind im Danium deutlich niedriger als im Maastrichtium (Abb. 6.8 C). Somit ergibt sich auch bei Betrachtung der Bivalven im SM Profil ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums ($p = 0,000$).

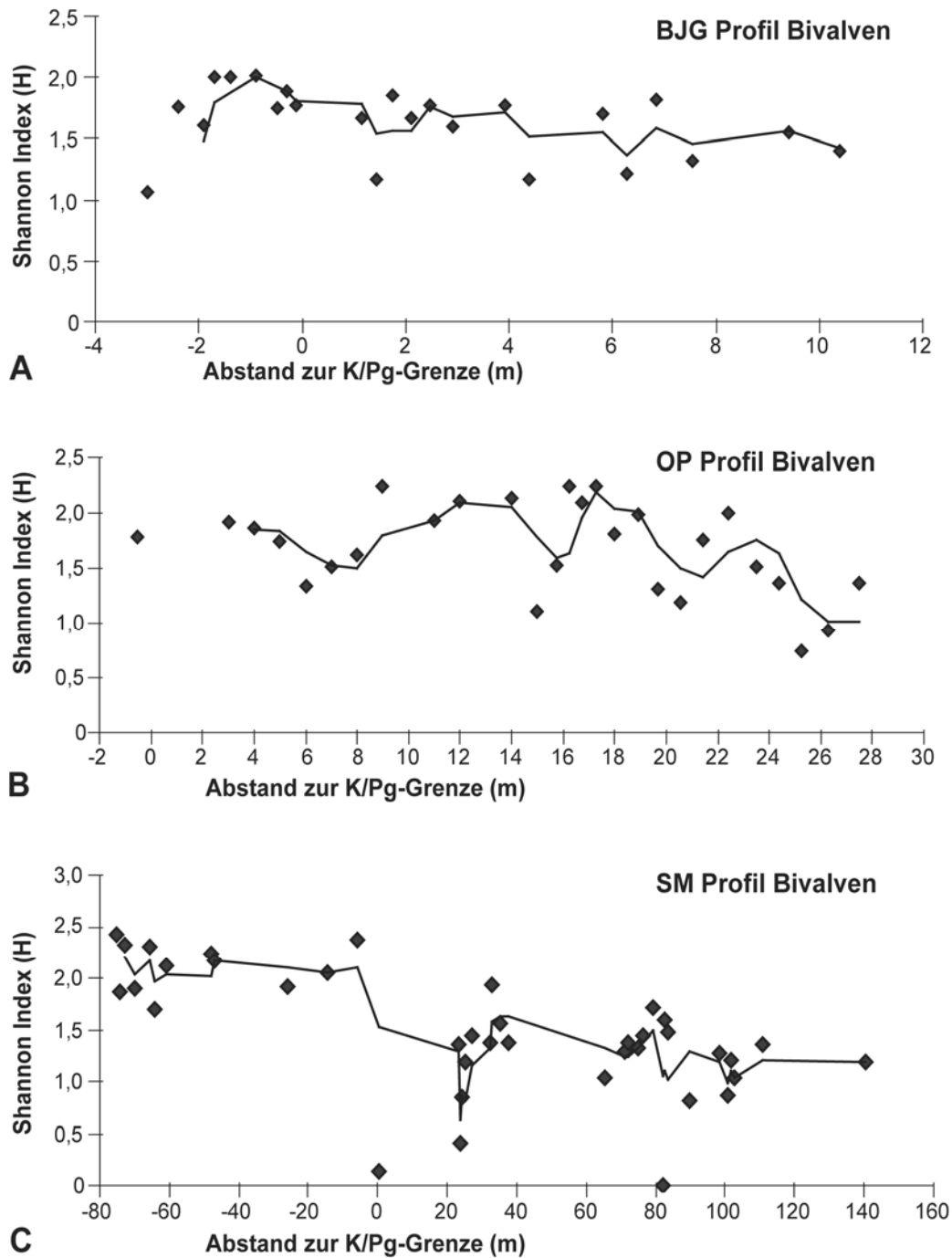


Abb. 6.8: Shannon-Indizes der Bivalven in verschiedenen Profilen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Bajada del Jagüel Profil (BJG), **B** Opató Profil (OP), **C** San Martín Profil (SM).

6.4.3.9. SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfäuna

Im Maastrichtium schwanken die 8 Werte zwischen 1,86 und 2,73 (MW = 2,26). Die 13 Probenhorizonte des Daniums erreichen Werte von 0,86 bis 2,14 (MW = 1,48) (Abb. 6.9 A). Zwischen 60 m unter und etwa 25 m über der K/Pg-Grenze sind nur zwei Probenhorizonte

vorhanden, die in diese Analyse eingezogen werden konnten. Die Werte sind im Danium signifikant niedriger als im Maastrichtium ($p = 0,000$).

6.4.3.10. SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven

Die 8 Probenhorizonte des Maastrichtiums besitzen Werte von 1,69 bis 2,43 ($MW = 2,13$). Im Danium schwanken die Werte der zwölf Probenhorizonte von 0,86 bis 1,93 ($MW = 1,32$). Nur ein Wert des Daniums ist höher als der geringste Wert des Maastrichtiums. Der festgestellte Verlauf der Werte zeigt keine erwähnenswerten Unterschiede zu der Analyse der Gesamtfaina. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zum Danium auch bei den Bivalven signifikant höher ($p = 0,001$).

6.4.3.11. SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaina

Die 10 Probenhorizonte des Maastrichtiums reichen von 1,86 bis 2,73 ($MW = 2,23$). Im Danium schwanken die Werte der 23 Horizonte zwischen 0,81 und 2,24 ($MW = 1,57$), und nur zwei Werte übertreffen den niedrigsten Maastrichtium-Wert. Leider ist zwischen 47 m unter bis ca. 24 m über der K/Pg-Grenze ein großer Profilabschnitt ohne einbezogenen Probenhorizont vorhanden. Das beobachtete Muster gleicht ansonsten dem der anderen Analysen der Shannon Indices im SM Profil und zeigt einen Rückgang der Werte über die K/Pg-Grenze mit einem anschließenden Anstieg auf ein Niveau, das etwas niedriger als das des Maastrichtiums ist. Die Werte des Maastrichtiums sind im Vergleich zum Danium signifikant höher ($p = 0,000$).

6.4.3.12. SM Profil Faziesassoziation II Bivalven

Im Maastrichtium reichen die 9 Werte von 1,69 bis 2,43 ($MW = 2,12$). Die Werte der 21 Probenhorizonte des Daniums liegen zwischen 0,81 und 1,93 ($MW = 1,30$) (Abb. 6.9 B). Das Muster gleicht dem Muster, das schon bei der Gesamtfaina-Analyse festgestellt werden konnte. Die Werte des Maastrichtiums sind auch hier im Vergleich zum Danium signifikant größer ($p = 0,000$).

6.4.3.13. Zusammenfassung Shannon-Index

Im BJK Profil ist bei der Berücksichtigung aller Taxa kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums festzustellen. Werden dort die Bivalven analysiert, ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums mit höheren Werten für das Maastrichtium. Ein Einschnitt an der K/Pg-Grenze ist jedoch im BJK Profil nicht zu erkennen. Im HU Profil sind die Maastrichtium-Werte signifikant höher als die des Daniums. Hierbei ist auch anzumerken, dass im HU Profil nur maximal drei Probenhorizonte im Danium in die Analyse einbezogen wurden. Das SM Profil liefert für alle Analysen deutlich höhere Werte des Maastrichtiums, die im Vergleich zu denen des Daniums signifikant höher sind. Im OP Profil ist ab etwa 17 m über der K/Pg-Grenze ein Trend zu niedrigeren Werten zu beobachten.

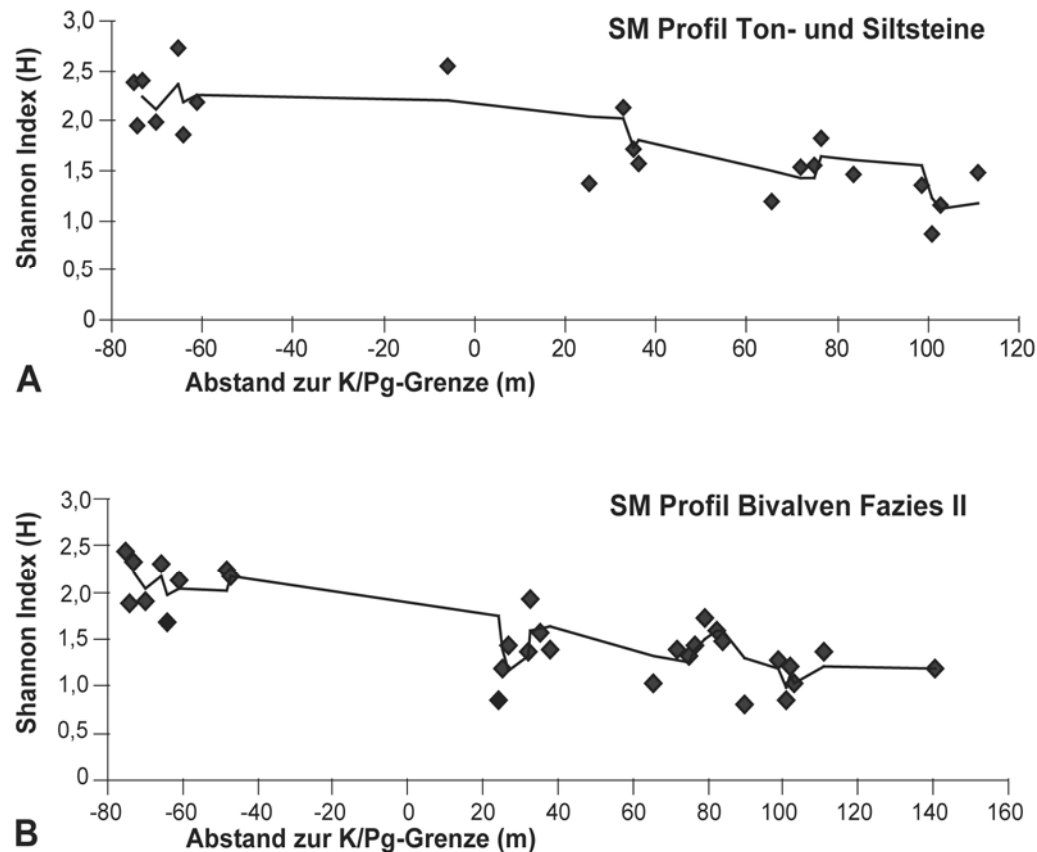


Abb. 6.9: Shannon-Indizes der Makrobenthosfauna bzw. Bivalven im San Martin Profil (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Makrobenthosfauna der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, **B** Probenhorizonte der Faziesassoziation II, wobei nur Bivalven berücksichtigt wurden.

6.4.4. Evenness J

6.4.4.1. BJG Profil Gesamtf fauna

Die Werte der 10 Probenhorizonte des Maastrichtiums reichen von 0,59 bis 0,90 (MW = 0,81). Im Danium liegen die 17 Werte zwischen 0,70 und 0,92 (MW = 0,83). Der Kurvenverlauf zeigt keinen einheitlichen Trend, sondern ist sehr unregelmäßig (Abb. 6.10 A). An der K/Pg-Grenze ist ein leichter Anstieg zu erkennen. Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums festzustellen ($p = 0,762$).

6.4.4.2. BJG Profil Bivalven

Die 9 Werte des Maastrichtiums liegen zwischen 0,59 und 0,91 (MW = 0,80). Im Danium reichen die 14 Werte der Probenhorizonte von 0,63 bis 0,93 (MW = 0,81). Der Verlauf der Werte ähnelt dem der Gesamtf fauna-Analyse. Auch bei der Analyse der Bivalven lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums feststellen ($p = 0,658$).

6.4.4.3. OP Profil Gesamtfau

Der einzige Wert des Maastrichtiums liegt bei 0,77. Dieser unterscheidet sich kaum vom Mittelwert der 28 Danium-Proben (0,78), die zwischen 0,43 und 0,94 schwanken. Im oberen Profilabschnitt ab etwa 22 m über der K/Pg-Grenze ist ein Trend zu niedrigeren Werten zu beobachten, nachdem das Niveau der Werte vorher wenig variiert.

6.4.4.4. OP Profil Bivalven

Der Maastrichtium-Wert beträgt auch bei ausschließlicher Berücksichtigung von Bivalven 0,77. Die Werte der 26 Probenhorizonte des Daniums schwanken zwischen 0,35 und 0,94 (MW = 0,76).

6.4.4.5. HU Profil Gesamtfau

Die 17 Probenhorizonte des Maastrichtiums erreichen Werte zwischen 0,61 und 0,95 (MW = 0,82). Im Danium liegen die 3 Werte zwischen 0,66 und 0,71 (MW = 0,69). Die Werte bewegen sich im Maastrichtium bis etwa 24 m unter der K/Pg-Grenze auf einem hohen Niveau. Dann treten größere Schwankungen auf, bevor an der K/Pg-Grenze J stark abfällt (Abb. 6.10 B). Die Werte des Maastrichtiums sind signifikant höher als die des Daniums ($p = 0,039$).

6.4.4.6. HU Bivalven

Im Maastrichtium liegen die 16 Werte zwischen 0,63 und 0,95 (MW = 0,83). Die 2 Probenhorizonte des Daniums haben Werte von 0,36 und 0,79 (MW = 0,58). Die Werte der Analyse der Bivalven ergeben ein ähnliches Muster wie bei der Berücksichtigung der Gesamtfau. Da jedoch im Danium nur zwei Probenhorizonte in die Analyse einbezogen werden konnten, ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums feststellbar ($p = 0,067$).

6.4.4.7. SM Profil Gesamtfau

Die 14 Werte des Maastrichtiums liegen zwischen 0,72 und 0,97 (MW = 0,85). Im Danium schwanken die Werte der 27 Probenhorizonte zwischen 0,21 und 0,93 (MW = 0,70). Im Maastrichtium verlaufen die Werte auf einem konstant hohen Niveau. An der K/Pg-Grenze ist ein sehr starker Rückgang der Werte zu beobachten (Abb. 6.10 C). Nach einem Bereich von über 20 m ohne Probenhorizont folgt ab etwa 23 m oberhalb der K/Pg-Grenze ein Anstieg der Werte. Zwischen ca. 33 und 83 m über der K/Pg-Grenze liegen die Werte auf einem hohen Niveau, abgesehen von einem Horizont etwa 82 m über der K/Pg-Grenze. Im obersten Profilabschnitt sind die Werte dann etwas geringer. Es ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Maastrichtium- und den Danium-Werten ($p = 0,014$) festzustellen, wobei die Werte des Maastrichtiums höher sind.

6.4.4.8. SM Profil Bivalven

Die 12 Werte des Maastrichtiums schwanken zwischen 0,71 und 0,97 (MW = 0,84). Im Danium liegen die Werte der 25 Probenhorizonte zwischen 0,21 und 0,93 (MW = 0,70). Der

Verlauf der Werte gleicht demjenigen der Analyse der Gesamtfaua. Die Schwankungen sind hier im Danium ausgeprägter als im Maastrichtium. Auch die Analyse der Bivalven ergibt für das Maastrichtium im Vergleich zum Danium signifikant höhere Werte ($p = 0,006$).

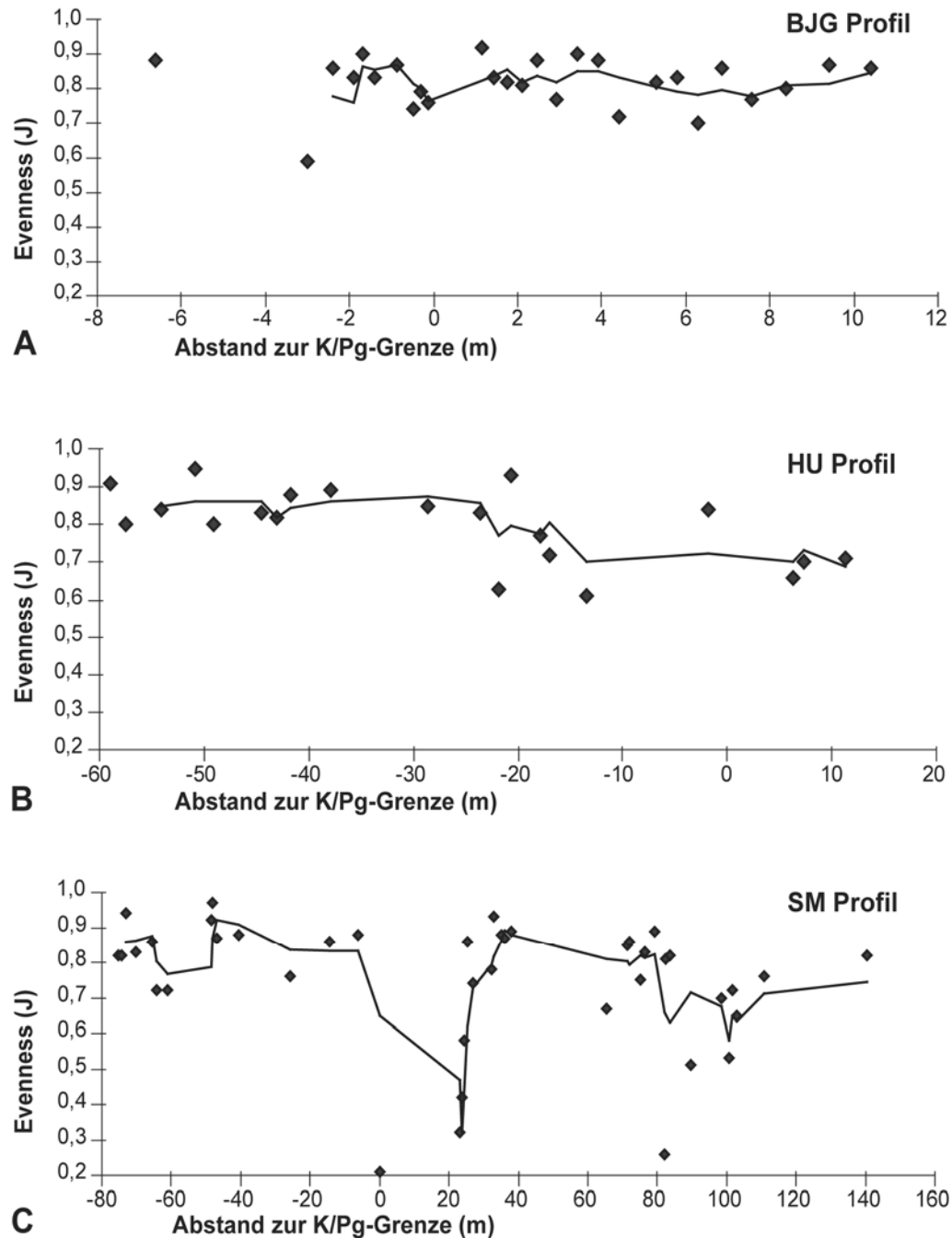


Abb. 6.10: Evenness der Makrobenthosfauna in verschiedenen Profilen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Bajada del Jagüel Profil (BJJ), **B** Huantraico Profil (HU), **C** San Martin Profil (SM).

6.4.4.9. SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtfaua

Die 8 Werte des Maastrichtiums schwanken von 0,72 bis 0,94 (MW = 0,82). Im Danium reichen die Werte der 13 Probenhorizonte von 0,53 bis 0,96 (MW = 0,78). Es gibt große Profilbereiche, die nicht durch Probenhorizonte repräsentiert sind. Über die K/Pg-Grenze hinweg sind keine Veränderungen zu erkennen (Abb. 6.11 A). Werden ausschließlich die Ton- und Siltsteine analysiert, ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums ($p = 0,467$).

6.4.4.10. SM Profil Ton- und Siltsteine Bivalven

Im Maastrichtium reichen die 8 Werte von 0,71 bis 0,93 (MW = 0,82). Die Werte der 12 Probenhorizonte des Daniums liegen zwischen 0,53 und 0,93 (MW = 0,76). Die Analyse der Bivalven ergibt das selbe Muster wie bei der Betrachtung der Gesamtfaua. Auch hier sind die Werte des Maastrichtiums und des Daniums nicht signifikant verschieden ($p = 0,202$).

6.4.4.11. SM Profil Faziesassoziation II Gesamtfaua

Im Maastrichtium schwanken die 10 Werte zwischen 0,72 und 0,97 (MW = 0,85). Die 23 Probenhorizonte des Daniums erreichen Werte von 0,51 bis 0,93 (MW = 0,77). Zwischen 47 m unter und etwa 24 m über der K/Pg-Grenze sind keine berücksichtigten Probenhorizonte vorhanden. Der erste Wert des Daniums liegt deutlich unter dem letzten Wert des Maastrichtiums. Danach zeigen die Werte einen alternierenden Anstieg und fallen dann deutlich zum nächsten Probenhorizont hin ab. Dieses Muster wiederholt sich anschließend erneut. Der Vergleich der Werte des Maastrichtiums und des Daniums ergibt keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,099$).

6.4.4.12. SM Profil Faziesassoziation II Bivalven

Die 9 Probenhorizonte des Maastrichtiums haben Werte zwischen 0,71 und 0,97 (MW = 0,84). Im Danium liegen die 21 Werte zwischen 0,52 und 0,93 (MW = 0,73) (Abb. 6.11 B). Der Verlauf der Werte gleicht dem Muster, das bei der Gesamtfaua beobachtet wurde. Die Analyse der Bivalven ergibt signifikant höhere Werte ($p = 0,025$) für das Maastrichtium im Vergleich zum Danium.

6.4.4.13. Zusammenfassung Evenness

Bei den Analysen der verschiedenen Profile ergibt sich ein etwas uneinheitliches Bild. Im BJK Profil gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten des Maastrichtiums und des Daniums. Dagegen lässt sich im HU Profil bei der Berücksichtigung der Gesamtfaua ein starker Rückgang an der K/Pg-Grenze feststellen und auch der Vergleich der Werte führt zu signifikant höheren Werten im Maastrichtium. Werden im HU Profil ausschließlich Bivalven betrachtet, kann kein signifikanter Unterschied zwischen den Maastrichtium- und Danium-Werten festgestellt werden, was aber auch auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass im Danium nur zwei Werte vorliegen.

Während die Analysen für das SM Profil signifikant höhere Werte des Maastrichtiums und einen deutlichen Rückgang der Werte an der K/Pg-Grenze ergeben, zeigt sich bei der

Analyse der Ton- und Siltsteine des SM Profils kein signifikanter Unterschied zwischen Maastrichtium und Danium. Wenn die Probenhorizonte der Faziesassoziation II analysiert werden, dann lassen sich für die Bivalven im Maastrichtium signifikant höhere Werte feststellen. Im OP Profil zeigen die Werte ab 22 m über der K/Pg-Grenze einen Trend zu niedrigeren Werten.

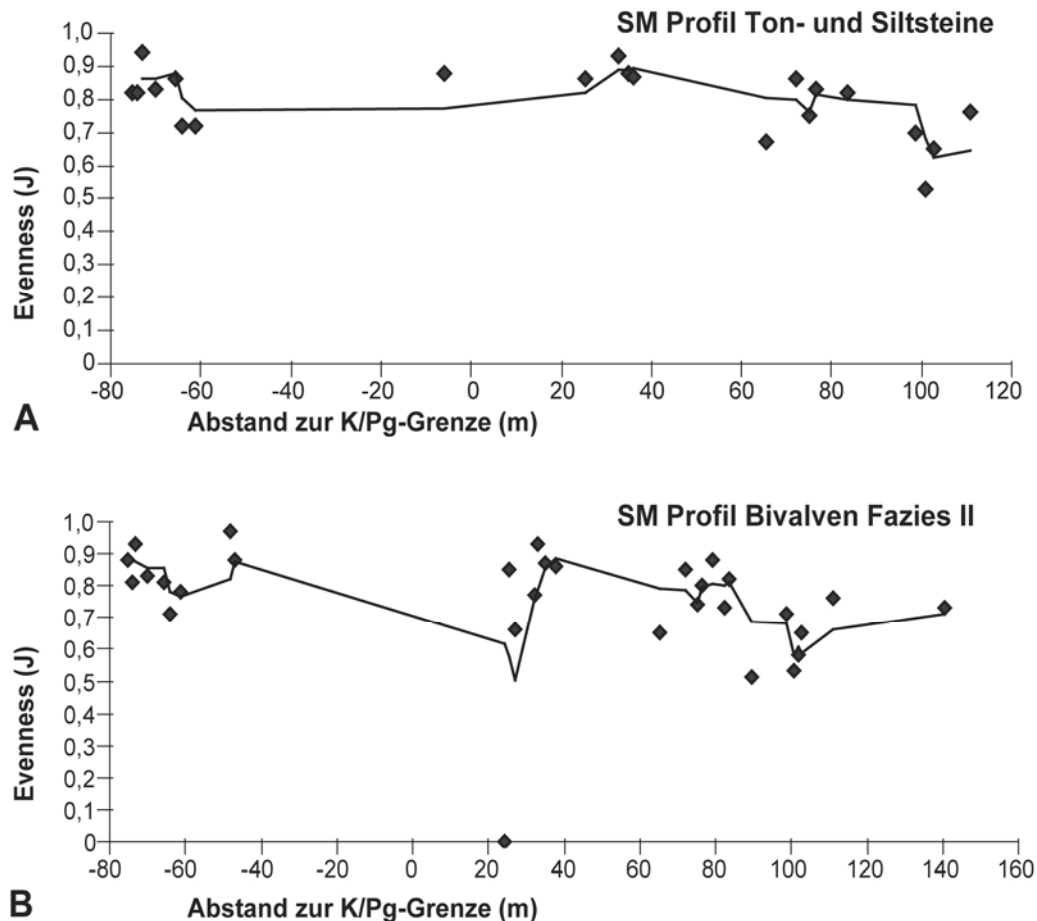


Abb. 6.11: Evenness der Makrobenthosfauna bzw. Bivalven im San Martin Profil (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Trendlinie stellt dabei den gleitenden Durchschnitt dar (3er Periode). **A** Makrobenthosfauna der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, **B** Probenhorizonte der Faziesassoziation II, wobei nur Bivalven berücksichtigt wurden.

6.4.5. Zusammenfassung Lokale Paläobiodiversitätsmuster

In der Alpha-Paläobiodiversität und der Paläobiodiversität nach Rarefaction werden in den Profilen im Maastrichtium im Vergleich zum Danium signifikant höhere Werte erreicht. Am deutlichsten zeigen sich die Differenzen in den Analysen des SM Profils. In den Profilen von BJG und HU sind die jeweiligen Differenzen der Werte zwischen Maastrichtium und Danium nicht so groß.

Die Shannon-Indizes sind teilweise nicht signifikant unterschiedlich. Im HU Profil und in BJG zeigen sich signifikant unterschiedliche Werte beim Vergleich von Maastrichtium und

Danum. Auch hier sind im SM Profil die deutlichsten Unterschiede zwischen Maastrichtium und Danium zu erkennen, die signifikant höhere Werte im Maastrichtium liefern.

Die Werte der Evenness zeigen die geringsten Unterschiede zwischen Maastrichtium und Danium. Signifikante Unterschiede sind in den Analysen des SM Profils, der Analyse der Bivalven in SM Faziesassoziation II und in der Analyse der Gesamtfauna des HU Profils vorhanden.

Das OP Profil beinhaltet nur einen berücksichtigten Wert im Maastrichtium, weshalb sich aus der Analyse dieses Profils keine Vergleiche der Werte zwischen Maastrichtium und Danium ableiten lassen. Im OP Profil gehen im oberen Profilbereich sowohl die Werte der Evenness als auch der Shannon-Indizes und der Paläobiodiversität nach Rarefaction nach unten.

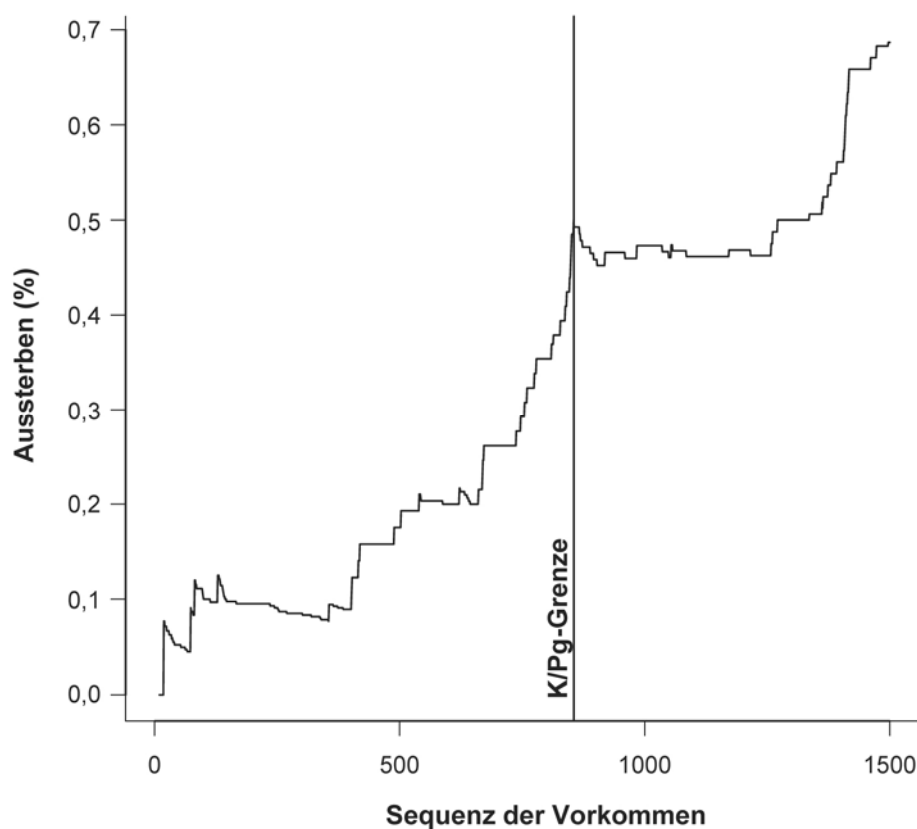


Abb. 6.12: Aussterberate (1,0 = 100%) auf Gattungsniveau (Ordinate) bei hypothetischem Verschieben der K/Pg-Grenze. Auf der Abszisse ist die Sequenz der Vorkommen aufgetragen. Die senkrechte Linie stellt die tatsächliche Lage der K/Pg-Grenze dar. Je größer die Steigung der Kurve, desto höher ist die Aussterberate. Gut zu erkennen ist das konzentrierte Aussterben zur K/Pg-Grenze hin. Der Anstieg der Kurve ab etwa 1300 Vorkommen ist auf den sogenannten Edge-Effekt zurückzuführen.

6.4.6. Permutationstest und Verschieben der K/Pg-Grenze

Der Permutationstest lieferte eine maximale Aussterberate von 23,0% und eine mittlere Aussterberate von 12,9%. Das sukzessive Verschieben der K/Pg-Grenze zeigt ansteigende Aussterberaten bis zur K/Pg-Grenze (Abb. 6.12). Im Danium ist an der Verebnung der Kurve

zu erkennen, dass die Aussterberaten dort wesentlich geringer sind. Der Anstieg der Kurve ab etwa 1300 Vorkommen (occurrences) ist auf den sogenannten „Edge-Effekt“ zurückzuführen. Da man immer näher an das obere Ende der Probenhorizonte kommt, treten immer mehr Taxa nicht mehr auf und so wird ein verstärktes Aussterben vorgetäuscht.

6.5. Paläobiodiversitätsdynamik

Die Angaben in diesem Kapitel beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf das Gattungsniveau. Abgesehen von den lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten der Gesamtregion geben die Werte im Text die Ergebnisse der Analysen ohne Singletons an. Die Subsampling-Analysen verändern die mittels der Rohdaten errechneten lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten der Region kaum, da die Anzahl der Vorkommen im Maastrichtium und Danium nahezu identisch sind. Es wird zwischen den lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten und den anhand der globalen stratigraphischen Reichweiten von Sepkoski und der PBDB ermittelten korrigierten Aussterbe- und Neuentstehungsraten unterschieden. Bei ersteren werden nur die stratigraphischen Reichweiten im jeweiligen Arbeitsgebiet bzw. der Region berücksichtigt. Daher handelt es sich hier bei vielen Gattungen um ein lokales Verschwinden oder Einwandern. Die Berücksichtigungen der globalen stratigraphischen Reichweiten ergeben die tatsächlichen Aussterbe- und Neuentstehungsraten der jeweils vorkommenden Gattungen.

6.5.1. Aussterbe- und Neuentstehungsraten in Neuquén und Chubut

6.5.1.1. Gesamtregion und Arbeitsgebiete

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Gesamtregion

Hier werden zunächst die lokalen Raten betrachtet, d.h. es wird nicht berücksichtigt, ob ein Taxon auch global im Maastrichtium sein letztes bzw. im Danium sein erstes Auftreten hat. Im Danium der Region konnten 54,6% der Bivalven und Gastropoden des Maastrichtiums aller Arbeitsgebiete nicht nachgewiesen werden. Nach Ausschluss der Singletons beträgt die lokale Aussterberate auf Gattungsniveau 50,8% (Tabelle 6.5). Werden Bivalven und Gastropoden getrennt betrachtet, ist die Aussterberate der Bivalven höher als die der Gastropoden (55,8% vs. 50,0% bzw. 54,0% vs. 36,4% ohne Singletons) (Tabelle 6.5, Abb. 6.13 A), jedoch nicht signifikant ($p=0,293$, ohne Singletons).

Die lokale Neuentstehungsrate der Region beträgt für Bivalven und Gastropoden 43,4%, ohne Singletons sinkt diese Rate auf 34,8% der Gattungen (Tabelle 6.6). Bei separater Analyse von Bivalven und Gastropoden sind die Neuentstehungsraten von Gastropoden höher als die der Bivalven (61,1% vs. 34,3% bzw. 41,7% vs. 23,3% ohne Singletons).

Tab. 6.5: Lokale Aussterberaten (ohne Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten) von Gattungen in den verschiedenen Arbeitsgebieten und der Gesamtregion mit und ohne Singletons. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
Biv + Gast	53,6	18,5	18,7	84,8	9,6	11,2	63,3	13,2	13,8	54,6	11,9	12,1
Bivalven	56,0	19,4	19,9	84,2	10,9	12,5	62,2	15,3	16,0	55,8	13,5	13,7
Gastropoden	33,3	60,8	33,3	87,5	12,5	28,2	66,7	26,1	28,1	50,0	26,2	26,2
o. Singletons												
Biv + Gast	43,5	20,6	19,9	82,9	10,7	12,4	50,0	16,9	16,9	50,8	12,5	12,6
Bivalven	47,6	21,3	21,2	82,4	12,1	13,7	53,3	17,8	18,0	54,00	13,80	14,0
Gastropoden	0,00			85,7	14,3	31,9	42,9	37,1	35,0	36,4	30,0	28,0

Tab. 6.6: Lokale Neuentstehungsraten (ohne Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten) von Gattungen in den verschiedenen Arbeitsgebieten und der Gesamtregion mit und ohne Singletons. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
Biv + Gast	64,9	14,9	15,9	36,4	30,0	28,0	47,1	16,9	16,7	43,4	13,5	13,3
Bivalven	59,3	18,4	19,0	40,0	32,0	30,3	39,1	20,4	19,4	34,3	16,1	15,3
Gastropoden	80,0	20,0	28,0	0,00			63,6	28,1	30,0	61,1	22,3	23,4
o. Singletons												
Biv + Gast	61,8	16,0	16,7	0,00			22,7	18,9	16,1	34,8	14,0	13,5
Bivalven	52,2	20,3	20,6	0,00			12,5	18,8	12,5	23,3	16,1	14,4
Gastropoden	75,0	25,0	32,5	0,00			33,3	40,2	33,3	41,7	28,5	27,6

Verschiedene Arbeitsgebiete

Werden die verschiedenen Arbeitsgebiete verglichen, ist die lokale Aussterberate der Bivalven und Gastropoden in der Sierra Huantraico mit Abstand am höchsten (82,9%) (Tabelle 6.5). Jedoch muss bedacht werden, dass dort im Danium der Fossilbericht sehr schlecht ist. Es folgen in der Intensität des lokalen Aussterbens die Regionen von Paso del Sapo (50,0%) und Bajo de Añelo (43,5%). Wie bereits für die Gesamtregion festgestellt, liegen auch für die einzelnen Regionen die lokalen Aussterberaten der Bivalven über denen der Gastropoden. Die lokalen Aussterberaten der Bivalven und der Gastropoden sind in Paso del Sapo größer als in Bajo de Añelo (53,3% vs. 47,6% bei Bivalven).

Die höchste lokale Neuentstehungsrate der Arbeitsgebiete findet sich in Bajo de Añelo (61,8%). Die lokalen Neuentstehungsraten sind auch in den verschiedenen Arbeitsgebieten bei separater Analyse der Bivalven und Gastropoden bei den Gastropoden höher als bei den Bivalven und betragen beispielsweise in Bajo de Añelo 75,0% bzw. 52,2% (Tabelle 6.6).

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Da zahlreiche Gattungen, die lokal im Danium nicht nachgewiesen werden konnten, global nach dem Maastrichtium vorkommen, reduzieren sich die Aussterberaten unter Berücksichtigung globaler Daten deutlich. Für die Gesamtregion liegt die Aussterberate für Bivalven und Gastropoden bei 23,0%. Werden Bivalven und Gastropoden getrennt analysiert, bestätigt sich der schon bei den lokalen Aussterberaten gefundene Trend zu höheren Aussterberaten bei Bivalven. Während keine der Gastropoden-Gattungen global verschwand ($p = 0,047$), starben 28,0% der Bivalven-Gattungen aus (Tabelle 6.7, Abb. 6.13 B). Die Neuentstehungsrate der Gastropoden in der Gesamtregion beträgt 16,7% und übertrifft damit diejenige der Bivalven (6,7%) (Tabelle 6.8).

Tab. 6.7: Aussterberaten der Gattungen in den verschiedenen Arbeitsgebieten und der Gesamtregion ohne Singletons unter Berücksichtigung der globalen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Bajo de Añelo			Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
BivGast	26,1	19,0	17,2	24,4	13,7	12,7	21,6	14,1	12,5	23,0	11,0	10,2
Bivalven	28,6	20,4	18,6	29,4	15,9	14,9	26,7	16,7	14,9	28,0	12,8	12,1
Gastropoden	0,0			0,0			0,0			0,0		

Tab. 6.8: Neuentstehungsraten der Gattungen in den verschiedenen Arbeitsgebieten und der Gesamtregion ohne Singletons unter Berücksichtigung der globalen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
Biv + Gast	9,7	11,5	9,7	0,00			9,1	14,0	9,1	9,5	9,9	8,0
Bivalven	8,7	13,5	8,7	0,00			6,3	14,6	6,3	6,7	10,5	6,7
Gastropoden	12,5	28,2	12,5	0,00			16,7	36,60	16,7	16,7	24,2	16,7

Verschiedene Arbeitsgebiete

Die Aussterberaten der verschiedenen Arbeitsgebiete sind sehr ähnlich und liegen für Bivalven und Gastropoden zwischen 21,6% (Paso del Sapo) und 26,1% (Bajo de Añelo). Von den Bivalven-Gattungen des Maastrichtiums sterben in der Sierra Huantraico 29,4%, in Bajo de Añelo 28,6% und in Paso del Sapo 26,7% aus (Tabelle 6.7).

Auch in den verschiedenen Arbeitsgebieten sind die Neuentstehungsraten für Gastropoden höher als für Bivalven. In Paso del Sapo betragen die Neuentstehungsraten für Gastropoden und Bivalven 16,7% und 6,3%, in Bajo de Añelo 12,5% und 8,7% (Tabelle 6.8).

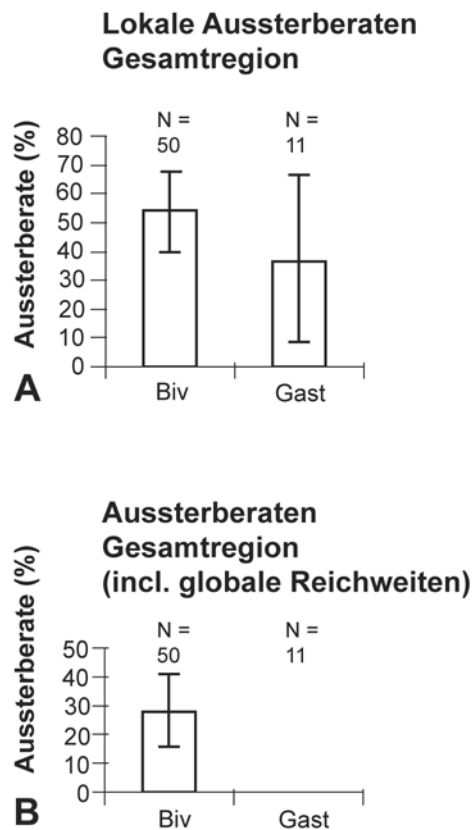


Abb. 6.13: Aussterberaten für Bivalven (Biv) und Gastropoden (Gast) der Gesamtregion. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. **A** Lokale Aussterberate ohne Singletons, **B** Aussterberate ohne Singletons unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten.

6.5.1.2. Aussterbe- und Neuentstehungsraten taxonomischer Gruppen der Gesamtregion

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Die lokale Aussterberate der Nuculoida in der Gesamtregion beträgt 28,6%. Dagegen ist innerhalb der Pteriomorphia eine höhere Aussterberate zu beobachten (59,1%). Ein signifikanter Unterschied zwischen regional ausgestorbenen und überlebenden Gattungen im Hinblick auf deren Anteil von Pteriomorphia und Nuculoida ist jedoch nicht feststellbar ($p = 0,343$). Während alle Vertreter der Tellinidae lokal aussterben, ist bei den Lucinidae kein Verlust an der K/Pg-Grenze festzustellen. Letztere sind allerdings nur mit *Pteromyrtea* im Maastrichtium vertreten.

Die lokale Neuentstehungsrate für Lucinidae beträgt 50,0% (allerdings nur zwei Gattungen im Danium) und die für Pteriomorphia 30,8%. Für Vertreter der Nuculoida liegt die lokale Neuentstehungsrate nur bei 16,7%.

Tab. 6.9: Liste der in der Gesamtregion im Maastrichtium verschwundenen und der im Danium neu auftretenden Gattungen.

Regional ausgestorbene Gattungen		Regional neue Gattungen	
<i>Austrotrigonia</i>	<i>Camptochlamys</i>	<i>Nicaniella</i>	<i>Astarte</i>
<i>Roudairia</i>	<i>Parasyrinx</i>	<i>Taioma</i>	<i>Pseudotylostoma</i>
<i>Pterotrighonia</i>	<i>Austroaporrhais</i>	<i>Mixtipecten</i>	<i>Yoldia</i>
<i>Bakevella</i>	<i>Lahillia</i>	<i>Pseudamaura</i>	<i>Polinices</i>
<i>Solyma</i>	<i>Penion</i>	<i>Galeodea</i>	<i>Fyfea</i>
<i>Pacitrigonia</i>	<i>Pyropsis</i>	<i>Arcomytilus</i>	<i>Saulopsis</i>
<i>Pugnellus</i>	<i>Acteon</i>	<i>Gryphaeostrea</i>	<i>Colus</i>
<i>Protangelus</i>	<i>Etea</i>	<i>Tornatellaea</i>	<i>Acirsa</i>
<i>Mesocallista</i>	<i>Brachidontes</i>	<i>Cuspidaria</i>	<i>Jagolucina</i>
<i>Deltamya</i>	<i>Musculus</i>	<i>Aphrodina</i>	<i>Perissodonta</i>
<i>Pachymya</i>	<i>Gervillia</i>	<i>Camptonectes</i>	<i>Spineilo</i>
<i>Amphidonte</i>	<i>Lima</i>		
<i>Inoperna</i>	<i>Nucula</i>		
<i>Linearia</i>	<i>Ambigostrea</i>		
<i>Lyrio-chlamys</i>	<i>Phelopteria</i>		
<i>Entolium</i>	<i>Spondylus</i>		
<i>Cinulia</i>	<i>Acesta</i>		
<i>Neilo</i>	<i>Pholadomya</i>		

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Betrachtet man die Aussterberaten unter Berücksichtigung der globalen Vorkommen, dann sind auch hier die Tellinidae mit 100% betroffen. Vertreter der Pteriomorphia starben mit einer Rate von 22,7% aus. Dagegen sind in der Gesamtregion vorkommende Gattungen der Nuculoida und Lucinidae nicht betroffen.

Die Neuentstehungsraten der Lucinidae und Nuculoida entsprechen denen der lokalen Neuentstehungsraten. Unter den im Danium vorkommenden Gattungen der Pteriomorphia findet sich keine Gattung, die global nicht schon im Maastrichtium vorhanden war.

Tab. 6.10: Liste der in der Region im Maastrichtium ausgestorbenen und der im Danium neu auftretenden Gattungen unter der Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten.

Global ausgestorbene Gattungen		Global neue Gattungen	
<i>Austrotrigonia</i>	<i>Mesocallista</i>	<i>Pseudotylostoma</i>	<i>Colus</i>
<i>Roudairia</i>	<i>Deltamya</i>	<i>Yoldia</i>	<i>Acirsa</i>
<i>Pterotrighonia</i>	<i>Pachymya</i>	<i>Polinices</i>	<i>Jagolucina</i>
<i>Bakevella</i>	<i>Amphidonte</i>	<i>Fyfea</i>	<i>Perissodonta</i>
<i>Solyma</i>	<i>Inoperna</i>	<i>Saulopsis</i>	
<i>Pacitrigonia</i>	<i>Linearia</i>		
<i>Pugnellus</i>	<i>Lyrio-chlamys</i>		
<i>Protangelus</i>	<i>Entolium</i>		

6.5.1.3. Aussterbe- und Neuentstehungsraten in ökologischen Gruppen der Gesamtregion

6.5.1.3.1. Ernährungsweise

Die Analyse der Raten innerhalb der verschiedenen Ernährungsweisen liefert ein ähnliches Ergebnis, wie es bereits unter den taxonomischen Gruppen dargestellt wurde, da ein Zusammenhang zwischen Taxonomie und Ernährungsweise besteht.

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Gesamtregion

Innerhalb der Bivalven starben lokal sämtliche Gattungen der Oberflächen-Depositfresser aus, was auf das bereits beschriebene Verschwinden der Tellinidae zurückzuführen ist. Hohe Verluste sind mit 57,5% unter den suspensionsfressenden Bivalven festzustellen, wohingegen die flach-infaunalen Depositfresser an der K/Pg-Grenze nur 28,6% ihrer Gattungen einbüßten (Tabelle 6.11). Die lokale Aussterberate der Oberflächen-Depositfresser unter den Gastropoden liegt bei 50,0%, die der karnivoren Gastropoden bei 42,9%. Die lokalen Neuentstehungsraten betragen bei Chemosymbionten 50,0%, bei suspensionsfressenden Bivalven 22,7% und bei flach-infaunalen Depositfressern 16,7% (Tabelle 6.12).

Verschiedene Arbeitsgebiete

Auch in den einzelnen Arbeitsgebieten lässt sich der für die gesamte Region festgestellte Trend beobachten, dass die Oberflächen-Depositfresser und die Suspensionsfresser mit höheren Raten aussterben als die flach-infaunalen Depositfresser (Tabelle 6.11).

Tab. 6.11: Lokale Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Ernährungsweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
1 (SF)	52,9	23,9	24,3	82,8	12,6	14,9	54,6	20,4	20,9	57,5	15,2	15,6
2 (I-DF)	0,0			50,0	70,0	50,0	40,0	46,2	40,0	28,6	35,4	28,6
3 (O-DF)	100,0			100,0			100,0			100,0		
9 (CH)	0,0			100,0			0,0			0,0		
Gastropoden												
1 (SF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
3 (O-DF)	0,0			100,0			50,0	70,0	50,0	50,0	70,0	50,0
5 (H)	0,0			100,0						0,0		
6 (C)	0,0			100,0			50,0	52,5	50,0	42,9	37,1	35,0

Tab. 6.12: Lokale Neuentstehungsraten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Ernährungsweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
1 (SF)	0,0			0,0			9,1	20,9	9,1	22,7	18,9	16,1
2 (I-DF)	60,0	43,6	46,2	0,0			25,0	51,3	25,0	16,7	36,6	16,7
3 (O-DF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
9 (CH)	50,0	70,0	50,0	0,0			0,0			50,0	70,0	50,0
Gastropoden												
1 (SF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
3 (O-DF)	100,0			0,0			0,0			50,0	70,0	50,0
5 (H)	0,0			0,0						0,0		
6 (C)	80,0	28,5	42,9	0,0			50,0	52,5	50,0	50,0	35,3	35,3

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Auch diese Analyse ergibt für die Oberflächen-Depositfresser innerhalb der Bivalven eine Aussterberate von 100% (Tabelle 6.13). Die suspensionsfressenden Bivalven-Gattungen der Region starben zu 30,0% aus. Im Gegensatz dazu sind unter den Bivalven die flach-infaunalen Depositfresser und die Chemosymbionten nicht betroffen. Von den Gastropoden-Gattungen des Maastrichtiums starb keine an der K/Pg-Grenze global aus. Der Vergleich der Anteile von Suspensionsfressern und Oberflächen-Depositfressern mit denen von Chemosymbionten, Karnivoren und flach-infaunalen Depositfressern ergibt für überlebende Bivalven- und Gastropoden-Gattungen der K/Pg-Grenze einen signifikant höheren Anteil an letzteren Ernährungskategorien ($p = 0,047$).

Neue Bivalven-Gattungen können nur innerhalb der Chemosymbionten (50,0%) und der flach-infaunalen Depositfresser (16,7%) beobachtet werden (Tabelle 6.14). Innerhalb der Gastropoden liegt die Neuentstehungsrate bei Oberflächen-Depositfressern bei 50,0% und bei karnivoren Gastropoden bei 12,5% (Tabelle 6.14).

Verschiedene Arbeitsgebiete

Es ist zwischen den einzelnen Arbeitsgebieten kein wesentlicher Unterschied in den Aussterberaten verschiedener Ernährungskategorien erkennbar. In allen Gebieten waren die Oberflächen-Depositfresser innerhalb der Bivalven im Danium nicht mehr vertreten und die Aussterberaten für Suspensionsfresser liegen zwischen 29,4% in Bajo de Añelo und 27,3% in Paso del Sapo (Tabelle 6.13).

Die Neuentstehungsraten der Bivalven in Bajo de Añelo ähneln der Gesamtregion und in Paso del Sapo traten nur innerhalb der flach-infaunalen Depositfresser neue Gattungen (25,0%) auf. Innerhalb der Gastropoden waren nur bei Oberflächen-Depositfressern in Bajo de Añelo (50,0%) und bei karnivoren Gastropoden von Paso del Sapo (25,0%) neue Gattungen vorhanden (Tabelle 6.14).

Tab. 6.13: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Ernährungsweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete unter Berücksichtigung der globalen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
1 (SF)	29,4	23,12	20,28	27,6	17,2	15,4	27,3	19,7	17,9	30,0	14,8	13,7
2 (I-DF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
3 (O-DF)	100,0			100,0			100,0			100,0		
9 (CH)	0,0			0,0			0,0			0,0		
Gastropoden												
1 (SF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
3 (O-DF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
5 (H)	0,0			0,0			0,0			0,0		
6 (C)	0,0			0,0			0,0			0,0		

Tab. 6.14: Neuentstehungsraten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Ernährungsweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
1 (SF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
2 (I-DF)	20,0	42,9	20,0	0,0			25,0	51,3	25,0	16,7	36,6	16,7
3 (O-DF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
6 (C)	0,0			0,0			0,0			0,0		
9 (CH)	50,0	70,0	50,0	0,0			0,0			50,0	70,0	50,0
Gastropoden												
1 (SF)	0,0			0,0			0,0			0,0		
3 (O-DF)	50,0	70,0		0,0			0,0			50,0	70,0	50,0
5 (H)	0,0			0,0						0,0		
6 (C)	0,0			0,0			25,0	51,3	25,0	12,5	28,2	12,5

6.5.1.3.2. Lebensweise

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Gesamtregion

Die höchste Aussterberate besitzen tief-infaunale Mollusken (75,0%), welche komplett von Bivalven gebildet werden, gefolgt von epifaunalen Mollusken mit 59,1% (Tabelle 6.15). Von den im Maastrichtium vorhandenen flach-infaunalen Molluskengattungen starben in der Region 39,3% aus. Der Vergleich der regional überlebenden und ausgestorbenen Gattungen zeigt keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf die Lebensweise ($p = 0,783$).

Die Neuentstehungsraten der verschiedenen Lebensweisen unterscheiden sich nicht stark (Tabelle 6.15). Sie liegen für die Epifauna bei 43,8%, für tief-infaunale Mollusken bei 33,3% und für flach-infaunale Mollusken bei 32,0%.

Tab. 6.15: Lokale Aussterberaten (AR) und Neuentstehungsraten (NR) von Gattungen innerhalb der verschiedenen Lebensweisen für die Gesamtregion. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Biv + Gast	Gesamtregion			Gesamtregion		
	AR	+	-	NR	+	-
1 (E)	59,1	20,1	20,8	43,8	25,1	24,3
2 (SI)	33,3	60,8	33,3	0,0		
3 (FI)	39,3	18,6	17,9	32,0	19,1	17,6
4 (TI)	75,0	28,1	32,5	33,3	60,8	33,3

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Bei Betrachtung der globalen stratigraphischen Reichweiten der in der bearbeiteten Region vorkommenden Gattungen ergibt sich für tief-infaunale Bivalven die höchste Aussterberate (57,1%). Die Aussterberaten für epifaunale Bivalven und flach-infaunale Bivalven sind fast identisch (22,2% vs. 22,7%) (Tabelle 6.16).

Die Analyse der Neuentstehungsraten ergibt, dass nur unter infaunalen Mollusken neue Gattungen auftraten (Tabelle 6.17). Tief-infaunale Bivalven des Daniums von Neuquén und Chubut sind zu 33,3% neue Gattungen, während sich unter den flach-infaunalen Bivalven der Region 6,3% neue Gattungen befanden. Bei 25,0% der infaunalen Gastropoden handelte es sich um neue Gattungen.

Die für die Gesamtregion beobachteten Trends lassen sich auch in den einzelnen Arbeitsgebieten feststellen (Tabelle 6.16 und 6.17). Eine Sonderstellung nimmt hier Paso del Sapo ein, wo keine epifaunalen Bivalven ausstarben. Dies ist aber auf das dortige fast völlige Fehlen von Epifauna zurückzuführen.

Tab. 6.16: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Lebensweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico			Paso del Sapo			Gesamtregion		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
1 (E)	25,0	26,9	25,0	23,1	25,2	23,1	0,0			22,2	20,7	18,0
2 (SI)	0,0			0,0			33,3	60,8	33,3	33,3	60,8	33,3
3 (FI)	20,0	42,9	20,0	28,6	24,8	22,7	20,0	22,3	20,0	22,7	18,9	16,1
4 (TI)	66,7	33,3		50,0	40,0	40,0	57,1	35,0	37,12	57,1	35,0	37,1

Tab. 6.17: Neuentstehungsraten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Lebensweisen für die Gesamtregion und die einzelnen Arbeitsgebiete unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico	Paso del Sapo	Gesamtregion
	NR	+	-	NR	NR	NR
1 (E)	0,0			0,0	0,0	0,0
2 (SI)	0,0			0,0	0,0	0,0
3 (FI)	10,0	22,9	10,0	0,0	10,0 22,9 10,0	6,3 14,6 6,3
4 (TI)	33,3	60,8	33,3	0,0	0,0	33,3 60,8 33,3
Gastropoden						
1 (E)	0,0			0,0	0,0	0,0
3 (FI)	25,0	51,3	25,0	0,0	20,0 42,9 20,0	25,0 32,5 25,0

6.5.1.3.3. Mineralogie

Lokale Aussterberaten

Gesamtregion

Die höchste regionale Aussterberate zeigen Vertreter der Mineralogie 2 (gemischt Calcit/Aragonit) mit 70,0% bei Bivalven der Gesamtregion (Tabelle A 14). Sowohl Mineralogie 1 als auch Mineralogie 3 sind innerhalb der Bivalven mit jeweils 50,0% betroffen. Der Mittelwert von regional verschwundenen Gattungen ist etwas höher als von überlebenden Gattungen (1,41 vs. 1,30). Es ist jedoch zwischen überlebenden und an der K/Pg-Grenze verschwundenen Gattungen kein signifikanter Unterschied der Mineralogie festzustellen ($p = 0,428$).

Aussterberaten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Auch unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten der in der Gesamtregion vorkommenden Gattungen innerhalb der Bivalven ist die Aussterberate von Mineralogie 2 mit 30% am höchsten (Tabelle A 15). Die Unterschiede zu Mineralogie 1 (27,8%) und Mineralogie 3 (25,0%) sind jedoch gering. Der Vergleich zwischen den global die K/Pg-Grenze überlebenden und den aussterbenden Gattungen ergibt keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,978$).

6.5.1.3.4. Mobilität

Lokale Aussterberaten

Gesamtregion

Innerhalb der Bivalven ist die Aussterberate der mobilen Gattungen (Mobilität 3) am geringsten (28,6%), während Mobilität 1 und 2 mit 59,1 bzw. 57,1% betroffen sind (Tabelle A 16). Somit zeigen die lokalen Opfer eine etwas geringere mittlere Mobilität als die lokal Überlebenden (1,59 vs. 1,83). Für regional überlebende und verschwundene Gattungen ergibt

sich jedoch kein signifikanter Unterschied in der Mobilität ($p = 0,298$). Werden die Vertreter der Lucinidae, Nuculoida und Tellinidae, also Chemosymbionten und Depositfresser, bei der Analyse ausgeschlossen, ist Mobilität 3 nicht mehr vorhanden, während die Aussterberaten von Mobilität 1 und 2 sehr ähnlich sind (59,1 und 55,6%). Auch ohne diese Gruppen ist kein signifikanter Unterschied in der Mobilität zwischen ausgestorbenen und überlebenden Gattungen zu erkennen ($p = 0,850$ für regionales Aussterben).

Aussterberaten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Werden die globalen stratigraphischen Reichweiten in Betracht gezogen, sind Vertreter von Mobilität 2 mit 42,9% am stärksten betroffen (Tabelle A 17). Innerhalb der immobilen Bivalven (Mobilität 1) starben 22,7% aus, von Mobilität 3 sind global keine Gattungen betroffen. Werden auch hier Chemosymbionten und Depositfresser nicht in die Analyse einbezogen, ergeben sich keine großen Veränderungen. Die Mittelwerte von Opfern und Überlebenden sind sehr ähnlich (1,65 vs. 1,72), was sich auch in deren nicht signifikantem Unterschied widerspiegelt ($p = 0,953$).

6.5.1.3.5. Paläogeographische Verbreitung

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Gesamtregion

Die nur aus dem Maastrichtium von Patagonien bekannten Molluskengattungen (Verbreitungskategorie 1) haben eine lokale Aussterberate von 100% (Tabelle A 18). Im Gegensatz dazu verschwand keine der kosmopolitisch vorkommenden Molluskengattungen (Verbreitungskategorie 5). Für die Verbreitungskategorien 2 bis 4 schwanken die lokalen Aussterberaten zwischen 40,0 und 61,5%. Für regional überlebende Gattungen ergibt sich im Vergleich zu den an der K/Pg-Grenze ausgestorbenen Gattungen ein höherer Mittelwert für die Verbreitung (3,44 vs. 2,77). Der Unterschied zwischen Opfern und Überlebenden ist jedoch nicht signifikant ($p = 0,068$). Die Neuentstehungsrate von Kategorie 1 beträgt 100%, d.h. die im Danium nur in Patagonien vorkommenden Gattungen sind im Maastrichtium der Region nicht nachgewiesen. Bis zu den weiter verbreiteten Gattungen der Kategorie 4 nimmt die Neuentstehungsrate auf 14,3% ab (Tabelle A 18).

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Hier zeigt sich der gleiche Trend wie bei den lokalen Aussterberaten. 50,0% der nur in Patagonien vorkommenden Mollusken der Region (Kategorie 1) waren nach dem Maastrichtium nicht mehr vorhanden (Tabelle A 19). Die Aussterberaten der Kategorien 2 bis 4 schwanken zwischen 20,0 und 26,3%. Kosmopolitische Gattungen waren hingegen nicht betroffen. Wie bei den regionalen Aussterberaten ist auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen der Verbreitung überlebender und ausgestorbener Gattungen zu beobachten ($p = 0,135$). Gastropoden-Gattungen zeigen keine Aussterberaten, was zur Folge hat, dass die Aussterberaten bei separater Analyse der Bivalven etwas höher sind als für die Molluskenfauna.

Innerhalb der Bivalven sterben demnach 60,0% der Kategorie 1 aus. Die Analyse der Neuentstehungsraten ergibt für ausschließlich in Patagonien vorkommende Gattungen der Kategorie 1 eine Rate von 50% und für Kategorie 2 18,2%. Alle anderen Kategorien beinhalten keine neuen Gattungen (Tabelle A 19).

6.5.1.3.6. Vorkommen (nach PBDB)

Lokale Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Gesamtregion

Die lokalen Aussterberaten der Mollusken zeigen eine Abnahme der Intensität bei Gattungen mit höherer Anzahl an Vorkommen (Tabelle A 20). Kategorie 1 ist mit 59,4% betroffen, von Kategorie 2 starben 45,5% aus und von Kategorie 3 nur 16,7%. Die lokalen Neuentstehungsraten ergeben ein ähnliches Muster mit der höchsten Rate für Kategorie 1 (35,0%) und der niedrigsten Rate für Kategorie 3 (16,7%).

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Gesamtregion

Da sich für die Gastropoden keine Aussterberaten für die unterschiedenen Häufigkeitskategorien errechnen lassen (jeweils 0,0%), beziehen sich die Aussterberaten auf die Bivalven (Tabelle A 21). Von den Bivalven der Kategorie 1, also den Bivalven mit der geringsten Anzahl der Vorkommen, starben 40,9% aus. Kategorie 2 war mit 21,4% betroffen, Kategorie 3 nur noch mit 14,3%. Der Vergleich von überlebenden und ausgestorbenen Gattungen liefert für erstere einen signifikant höheren Wert der drei Klassen ($p = 0,027$). Werden jedoch die absoluten Anzahlen der Vorkommen betrachtet, ist der Unterschied nicht signifikant ($p = 0,114$).

Für Kategorie 1 lässt sich für Bivalven eine Neuentstehungsrate von 18,2% und für Gastropoden von 22,2% ermitteln (Tabelle A 22). Kategorie 2 und 3 weisen für Bivalven und Gastropoden jeweils 0,0% Neuentstehungsrate auf.

6.5.1.3.7. Regionale Abundanz (Häufigkeit)

Gesamtregion

Die Analyse der regionalen Abundanz auf der Basis der absoluten Individuenzahlen der Gattungen und den auf Zeit und Anzahl der Sammler standardisierten Individuenzahlen zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen überlebenden und ausgestorbenen Gattungen. Dies gilt sowohl für die nur regional aussterbenden als auch für die global aussterbenden Gattungen der Gesamtregion. Es ist keine Korrelation zwischen der mittleren Größe der Gattungen und deren Häufigkeit festzustellen ($r_s = 0,705$ für absolute Individuenzahlen, $r_s = 0,627$ für standardisierte Individuenzahlen).

6.5.2. Aussterbe- und Neuentstehungsraten anderer Regionen

6.5.2.1. Ausgewählte K/Pg- Profile (Brazos, Braggs, Dänemark)

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Für die mittels der Datenbank von Sepkoski (2002) und der PBDB auf ihre globalen stratigraphischen Reichweiten abgeglichenen Bivalven- und Gastropoden-Gattungen von Braggs, Brazos und Dänemark ergeben sich moderate Aussterberaten (Tabelle 6.18). Für Bivalven beträgt die Aussterberate in Braggs 27,6%, in Dänemark 22,5% und in Brazos nur 9,1%. Die Aussterberate der Gastropoden liegt in Braggs bei 36,8% und in Brazos bei 16,7%. Die Neuentstehungsrate der Gastropoden beträgt in Brazos 17,7%, in Dänemark wurde aufgrund der geringen Anzahl von Gastropoden auf die Ermittlung der Neuentstehungsrate verzichtet. Unter den Bivalven treten dagegen im Danium aller drei Gebiete keine neuen Gattungen auf (Tabelle 6.19).

Tab. 6.18: Aussterberaten für verschiedene Regionen unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Die Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Braggs			Brazos			Dänemark		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
Biv. + Gast.	30,5	9,5	9,1	10,7	12,6	10,7	22,5	12,3	11,1
Bivalven	27,6	11,9	11,1	9,1	14,0	9,1	22,5	12,3	11,1
Gastropoden	36,8	15,8	15,0	16,7	36,6	16,7			

Tab. 6.19: Neuentstehungsraten für verschiedene Regionen unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Die Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Braggs			Brazos			Dänemark		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
Biv. + Gast.	0,0			7,1	8,7	7,1	3,7	8,8	3,7
Bivalven	0,0			0,00			0,0		
Gastropoden	0,0			17,7	19,9	17,7			

6.5.2.2. Antarktis, Südamerika, Südhemisphäre ab 40° Paläobreite

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Die Aussterberaten für Bivalven sind in Südamerika (48,2%) höher als in der Antarktis (30,8%) (Tabelle 6.20). Werden die Daten der Südhemisphäre ab 40° Paläobreite analysiert, ergibt sich für Bivalven eine Aussterberate von 35,2%. Die Aussterberaten der Gastropoden sind niedriger als die der Bivalven und betragen in der Antarktis 16,7% und in der südlichen Südhemisphäre 18,2%.

Bei den Neuentstehungsraten übertreffen die Werte der Gastropoden diejenigen der Bivalven (Tabelle 6.21). 16,7 und 30,8% für die Bivalven der Antarktis bzw. der südlichen Süd-

hemisphäre stehen Neuentstehungsraten von 35,7 und 33,3% für Gastropoden der entsprechenden Regionen gegenüber.

Tab. 6.20: Aussterberaten für verschiedene Regionen unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Die Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Antarktis			Südamerika			Südhemisphäre (>40°)		
	AR	+	-	AR	+	-	AR	+	-
Biv. + Gast.	26,3	14,5	13,5				32,3	11,6	11,1
Bivalven	30,8	18,6	17,0	48,2	13,4	13,3	35,2	13,1	12,5
Gastropoden	16,7	24,2	16,7				18,2	25,9	18,2

Tab. 6.21: Neuentstehungsraten für verschiedene Regionen unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Die Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Antarktis			Südamerika			Südhemisphäre (>40°)		
	NR	+	-	NR	+	-	NR	+	-
Biv. + Gast.	26,9	17,9	16,4				32,0	13,3	12,6
Bivalven	16,7	24,2	16,7	0,0			30,8	18,6	17,0
Gastropoden	35,7	26,0	24,1				33,3	19,5	18,2

6.5.3. Aussterbe- und Neuentstehungsraten taxonomischer Gruppen (global)

Aussterbe- und Neuentstehungsraten (nach Sepkoski und PBDB korrigiert)

Aus den Daten der PBDB wurden für verschiedene Gruppen Aussterbe- und Neuentstehungsraten ermittelt (Tabelle 6.22). Die höchsten Aussterberaten ergeben sich für Tellinidae (66,7%) und Pteriomorpha (40,7%). Moderate bis niedrige Aussterberaten besitzen Aporrhaidae (28,6%), Nuculoida (23,1%) und Lucinidae (11,1%).

Die höchste Neuentstehungsrate der untersuchten Gruppen besitzen global die Lucinidae (46,2%) (Tabelle 6.22). Während Nuculoida eine Neuentstehungsrate von 18,8% besitzen, erreichen Pteriomorpha nur 1,9% und für Aporrhaidae und Tellinidae beträgt die Rate jeweils 0,0%.

Tab. 6.22: Aussterberaten (AR) und Neuentstehungsraten (NR) von Gattungen verschiedener taxonomischer Gruppen (globaler Datensatz) unter der Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

	Global			Global		
	AR	+	-	NR	+	-
Aporrhaidae	28,6	35,4	28,6	0,0		
Lucinidae	11,1	25,3	11,1	46,2	26,9	26,6
Nuculoida	23,1	25,2	23,1	18,8	21,0	18,8
Pteriomorpha	40,7	8,9	8,9	1,9	4,4	1,9
Tellinidae	66,7	28,2	33,5	0,0		

6.5.4. Zusammenfassung Aussterbe- und Neuentstehungsraten

Die Aussterberaten der Bivalven sind in Neuquén und Chubut größer als die der Gastropoden. Innerhalb der Bivalven starben lokal 54,0% der Gattungen aus und innerhalb der Gastropoden-Gattungen 36,4%. Für die mittels Sepkoski und PBDB korrigierten Daten ergeben sich moderate Aussterberaten, die für Bivalven der Gesamtregion bei 28,0% liegt. Für die verschiedenen Arbeitsgebiete sind diese korrigierten Aussterberaten nahezu identisch. Im Gegensatz zu den Aussterberaten sind die Neuentstehungsraten bei den Gastropoden im Vergleich zu den Bivalven höher.

Innerhalb der Bivalven waren Oberflächen-Depositfresser und Suspensionsfresser sehr stark vom K/Pg- Ereignis betroffen, während Chemosymbionten und flach-infaunale Depositfresser nur in geringem Maße betroffen waren. Epifaunale und tief-infaunale Bivalven starben im Vergleich zu flach-infaunalen Mollusken und den wenigen semi-infaunalen Gattungen mit höheren Raten aus. Nur in Patagonien vorkommende Gattungen waren stärker vom Aussterbeereignis an der K/Pg-Grenze betroffen als kosmopolitische Gattungen. Eine höhere Anzahl von Vorkommen der Gattungen dieser Studie in den PBDB-Daten bedingt ein geringeres Aussterberisiko. Dagegen ist zwischen Opfern und Überlebenden kein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Häufigkeit der Gattungen in den Probenhorizonten zu erkennen.

7. Quantitative Paläoökologie

In diesem Kapitel werden die paläoökologischen Veränderungen der Faunengemeinschaften in den detailliert untersuchten Profilen dargestellt. Für folgende Profile sind hier die Muster der verschiedenen Parameter (Individuenzahlen, Ernährungsweise, Lebensweise, Gilden, Mobilität und Schalenmineralogie) erläutert: OP, BJG, BJG B, Bajo de Añelo 2 m Intervalle, HU und SM sowie SM Tonsteine und SM Ton- und Siltsteine. Abgesehen von der Individuenzahlen-Analyse werden für die jeweiligen Arbeitsgebiete (Bajo de Añelo, Sierra Huatraico und Paso del Sapo) und für die Gesamtregion die prozentualen Anteile der Kategorien der jeweiligen Parameter zwischen Maastrichtium und Danium verglichen.

7.1. Individuenzahlen

Insgesamt gingen 12572 Exemplare und umgerechnet 8977 Individuen in die Analyse der Individuenzahlen ein. Zum Vergleich der Probenhorizonte wurden jedoch die normierten Individuenzahlen verwendet.

7.1.1. BJG Profil

Im Gegensatz zum Profil von Opaso konnte in Bajada del Jagüel (BJG) im Maastrichtium ein nahezu genauso mächtiger Abschnitt beprobt werden wie im Danium. Die normierten Individuenzahlen liegen im Maastrichtium bis etwa 3 m unter der K/Pg-Grenze auf relativ niedrigem Niveau (Abb. 7.1 A). Im obersten Maastrichtium geht der Trend dann zu höheren normierten Individuenzahlen, vor allem im letzten Meter vor der K/Pg-Grenze ist ein kontinuierlicher Anstieg zu beobachten. Direkt über der K/Pg-Grenze erfolgt ein abrupter Einschnitt auf ein Minimum von vier Individuen im ersten Probenhorizont des Daniums. Die ersten Probenhorizonte im Danium weisen allesamt niedrige Individuenzahlen bis maximal 21 auf. Ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze steigen die normierten Individuenzahlen deutlich an, bevor sie zwischen 2 und 5 m über der Grenze wieder auf Werte bis minimal 24 zurückgehen. Nach einem starken Anstieg auf annähernd das Niveau der obersten Maastrichtium-Probe bei etwa 7,50 m über der K/Pg-Grenze, sind die normierten Individuenzahlen im oberen Profilabschnitt von BJG wieder rückläufig.

7.1.2. BJG B Profil

Auch dieses Profil zeigt einen deutlichen Abfall der normierten Individuenzahl direkt über der K/Pg-Grenze. Danach steigt die normierte Individuenzahl fast kontinuierlich an, und im Gegensatz zum BJG Profil wird hier schon deutlich früher das Niveau des obersten Maastrichtiums erreicht. Bereits weniger als 4 m über der K/Pg-Grenze liegt die normierte Individuenzahl über dem Niveau der Probe des Maastrichtiums.

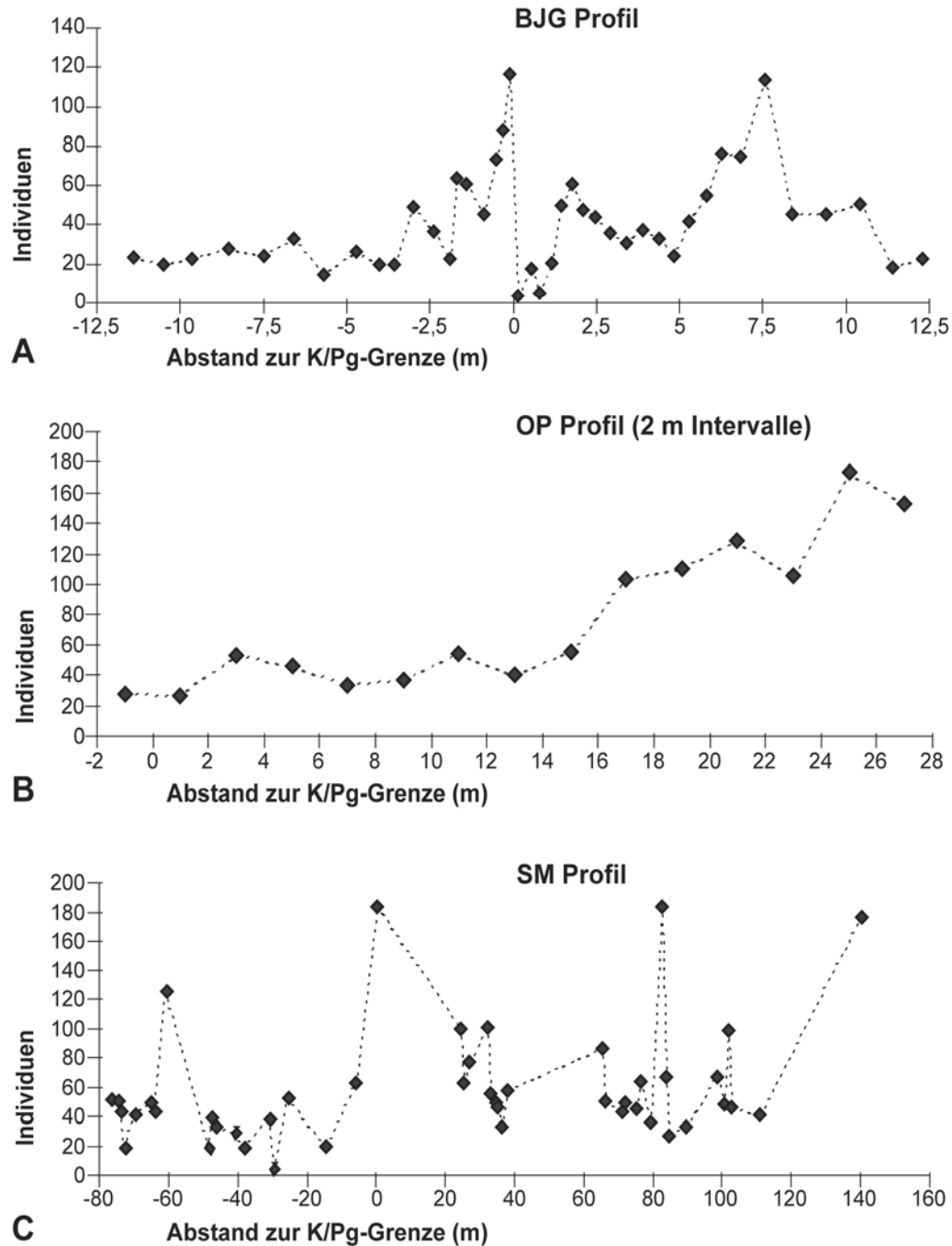


Abb. 7.1: Individuenzahlen (standardisiert) der Makrobenthosfauna in verschiedenen Profilen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. **A** Bajada del Jagüel Profil (BJG), **B** Opaso Profil (OP) (2 m Intervalle), **C** San Martin Profil (SM).

7.1.3. OP Profil

Im Profil von Opaso (OP) ist es schwierig, einen Trend über die K/Pg-Grenze festzustellen, da nur zwei Horizonte im obersten Maastrichtium beprobt werden konnten. Dennoch weist der erste Probenhorizont über der K/Pg-Grenze mit nur fünf Individuen ein deutliches Minimum in diesem Profil auf. Die normierten Gesamt-Individuenzahlen der einzelnen Pro-

benhorizonte zeigen einen deutlichen Trend zu höheren Individuenzahlen im Verlauf des Daniums. Ab etwa 17 m über der K/Pg-Grenze liegen die Individuenzahlen fast durchgehend, es gibt lediglich zwei Ausnahmen, über dem Wert von 100. Sehr gut erkennbar ist dieser Anstieg zu höheren Individuenzahlen, wenn man die Individuenzahlen für die 2 m-Intervalle betrachtet (Abb. 7.1 B).

7.1.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle

Durch die Zusammenfassung der Probenhorizonte wird hier der Einschnitt an der K/Pg-Grenze nicht so deutlich wie bei den Analysen der einzelnen Profile von Bajo de Añelo. Im unteren Danium zeigt sich kein einheitliches Muster. Auffallend ist der annähernd kontinuierliche Anstieg der normierten Individuenzahlen ab 15 m über der K/Pg-Grenze, was dem Muster im oberen Bereich des Profils von Opatso entspricht.

7.1.5. HU Profil

Im Profil von Huantraico (HU) zeigt die Entwicklung der normierten Individuenzahlen ein sehr unregelmäßiges Muster, das einen starken Rückgang vor der K/Pg-Grenze zeigt. Insgesamt ist es schwierig, in Huantraico einen Trend zu erkennen.

7.1.6. SM Profil

Auch im Profil der Chubut Provinz zeigt der Verlauf der normierten Individuenzahlen einen extrem unregelmäßigen Verlauf, der keinen einheitlichen Trend erkennen lässt (Abb. 7.1 C). Im Bereich der K/Pg-Grenze ist sogar eine Zunahme der Individuenzahl zu beobachten, wobei die erste Danium-Probe den höchsten Wert aufweist.

7.1.7. SM Tonsteine

Bei Beschränkung der Analyse auf Probenhorizonte mit Tonsteinen ergibt sich ebenfalls ein sehr unregelmäßiges Muster. Etwa 61 m unter der K/Pg-Grenze ist ein deutliches Maximum der normierten Individuenzahlen mit 125 Individuen zu erkennen. Vor der K/Pg-Grenze ist ein Anstieg zu beobachten und etwa 30 bis 36 m über der Grenze erfolgt eine Abnahme der normierten Individuenzahlen, bevor sich im höheren Profilabschnitt ein sehr unregelmäßiges Muster einstellt.

7.1.8. SM Ton- und Siltsteine

Unter Hinzuziehung der Probenhorizonte mit Siltsteinen ergibt sich ein sehr ähnliches Muster wie bei der Beschränkung der Analyse auf die Tonsteine. Lediglich ein Maximum im Danium bei etwa 65 m über der K/Pg-Grenze mit 87 Individuen und ein Minimum im unteren Bereich des Maastrichtiums bei etwa 73 m unterhalb der Grenze mit 18 Individuen fallen zusätzlich auf (Abb. 7.2).

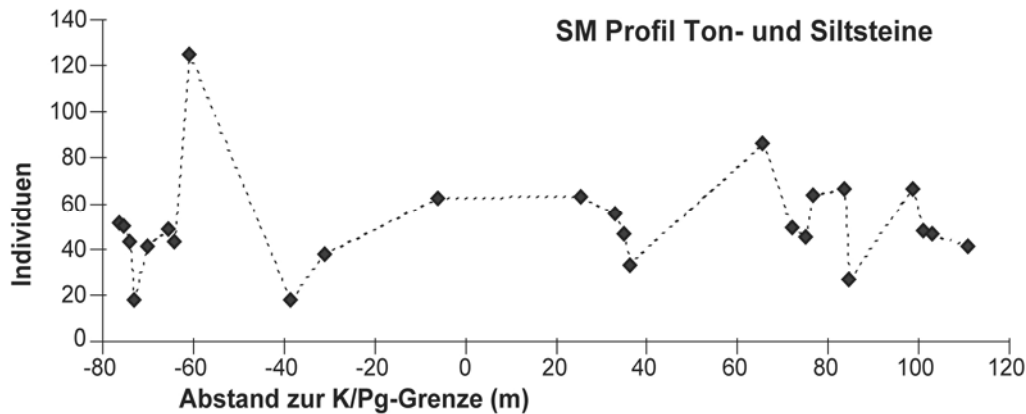


Abb. 7.2: Individuenzahlen (standardisiert) der Makrobenthosfauna in den Ton- und Siltsteinen des San Martin Profils (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen.

7.1.9. Zusammenfassung Individuenzahlen

Die Analyse der normierten Individuenzahlen in den einzelnen Profilen zeigt keinen einheitlichen Trend. Lediglich im BJK Profil ist eine deutliche Abnahme der Individuenzahlen an der K/Pg-Grenze festzustellen. Ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze haben die Individuenzahlen in den Profilen von Bajo de Añelo wieder dem Maastrichtium entsprechende Werte erreicht bzw. steigen deutlich an. Im oberen Profilbereich von OP geht der Trend zu einer Zunahme der Individuenzahlen. In den Profilen von HU und SM lassen sich sehr unregelmäßige Muster beobachten. Dabei fällt in HU der starke Abfall der Individuenzahlen deutlich vor der K/Pg-Grenze auf, während im SM Profil an der K/Pg-Grenze ein starker Anstieg der Individuenzahl festzustellen ist.

7.2. Ernährungsweise

7.2.1. BJK Profil

Im Maastrichtium sind die Suspensionsfresser die mit Abstand dominierende Gruppe, deren prozentualen Anteile von 70,6 bis 100% (MW = 93,6%) reichen. Die Suspensionsfresser zeigen in diesem Profil ebenfalls einen deutlichen Einschnitt an der K/Pg-Grenze (Abb. 7.3 A). Von wenigen Ausnahmen abgesehen erreichen die Werte im Danium nicht die hohen prozentualen Anteile des Maastrichtiums. Hier schwanken die Anteile von 32,9 bis 82,4% (MW = 55,0%).

Unter den Depositfressern treten in diesem Profil die Oberflächen-Depositfresser kaum in Erscheinung. Sie sind nur in zwei Probenhorizonten des Maastrichtiums mit maximal 3,0% nachgewiesen. Die infaunalen Depositfresser erreichen im Maastrichtium prozentuale Anteile von maximal 11,8%. Im Danium sind sie mit Werten bis zu 26,5% vertreten. Die prozentualen Anteile der Depositfresser schwanken sehr stark, sowohl im Maastrichtium als auch im Danium.

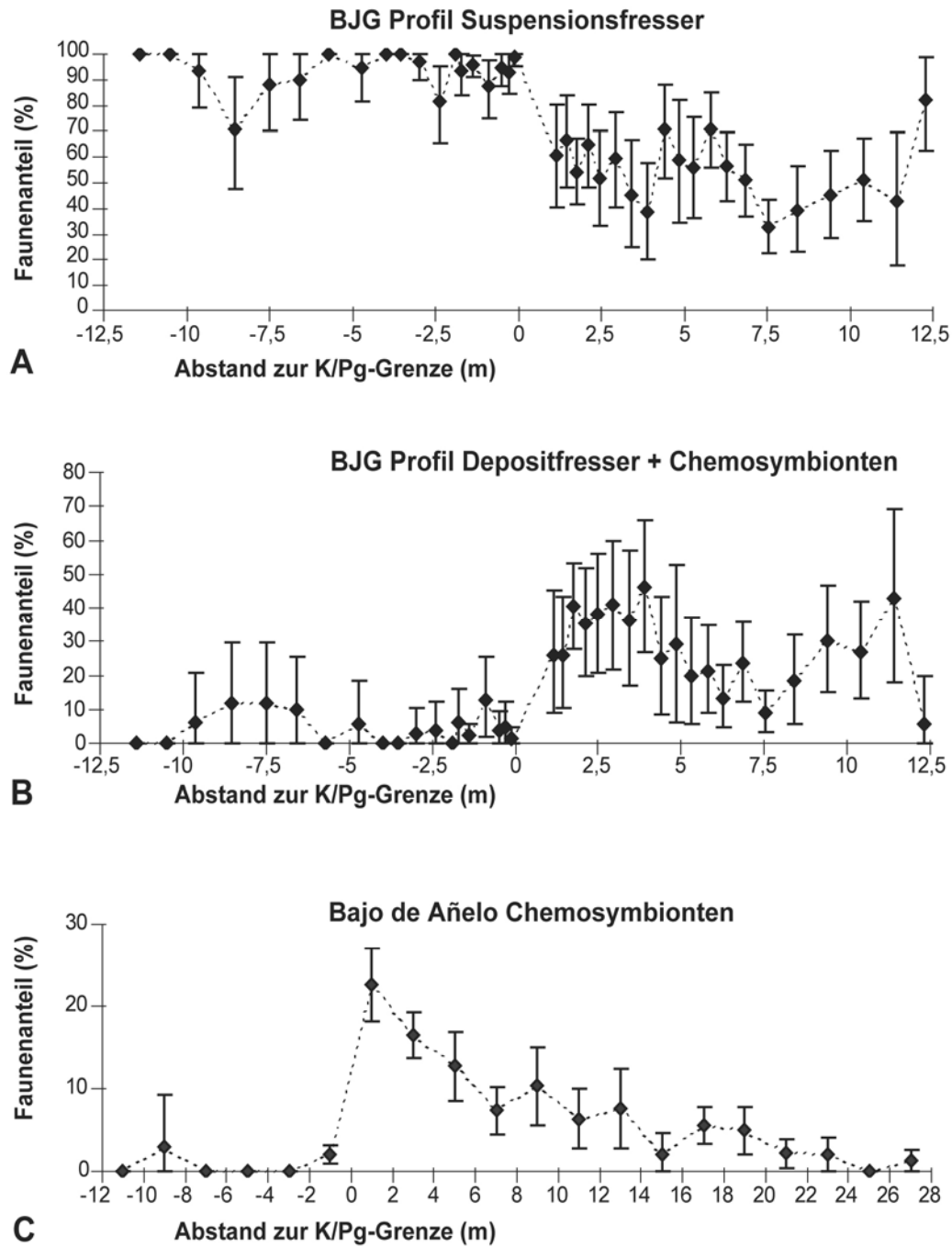


Abb. 7.3: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Ernährungsweisen in den jeweiligen Probenhorizonten. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. **A** Suspensionsfresser im Bajada del Jagüel Profil (BJG), **B** Depositfresser und Chemosymbionten im Bajada del Jagüel Profil (BJG), **C** Chemosymbionten im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo (2 m Intervalle).

Die chemosymbiontischen Luciniden sind im Maastrichtium nur in vier Probenhorizonten nachgewiesen, ihr prozentualer Anteil beträgt dort maximal 5,9%. Nach der K/Pg-Grenze nimmt der Anteil der Luciniden stark zu. Ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze treten sie in allen Probenhorizonten auf. Ihre Anteile schwanken dort von 5,7 bis 29,6% (MW = 18,2%), wobei der Trend ab etwa 5 m über der K/Pg-Grenze zu einer Abnahme des Anteils der Luciniden geht (Abb. 7.3 B, zusammen mit Depositfressern).

Die mikrokarnivoren Korallen treten erst im Danium ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze in Erscheinung. Höhere prozentuale Anteile erreichen sie jedoch erst ab etwa 3 m über der K/Pg-Grenze. Die Werte schwanken recht stark und reichen von 4,2 bis 57,0% (MW = 20,1%). Im obersten Bereich des Profils geht der Trend wieder zu niedrigeren Anteilen.

Karnivore Gastropoden zeigen über das BJB Profil eine unregelmäßige Verteilung. Der höchste Anteil findet sich im Maastrichtium mit 17,6% in einem Probenhorizont etwa 8,5 m unterhalb der K/Pg-Grenze. Im Danium wird der höchste Anteil mit 10,3% etwa 2,5 m über der K/Pg-Grenze beobachtet. Herbivore Gastropoden sind nur in drei Probenhorizonten des Maastrichtiums zu beobachten und erreichen keine hohen Anteile (2,2 bis 7,4%).

7.2.2. BJB B Profil

Die Suspensionsfresser zeigen in diesem kurzen Profil eine fast kontinuierliche Abnahme von 94,7% im einzigen Probenhorizont des Maastrichtiums bis auf 37,5% 3,85 m über der K/Pg-Grenze. Ihre prozentualen Anteile zeigen eine nahezu identische Entwicklung wie im BJB Profil.

Auch in diesem Grenzprofil treten die Oberflächen-Depositfresser kaum in Erscheinung. Sie sind nur in zwei Probenhorizonten des Daniums in geringen Anteilen (5,4 und 1,1%) nachweisbar. Die infaunalen Depositfresser erreichen höhere prozentuale Anteile als die Oberflächen-Depositfresser, jedoch erst ab dem zweiten Probenhorizont im Danium ca. 1 m über der K/Pg-Grenze. Im Maastrichtium-Probenhorizont sind sie nur mit 1,3% vertreten, im ersten Probenhorizont des Daniums konnten sie überhaupt nicht nachgewiesen werden. Anschließend betragen ihre prozentualen Anteile zwischen 8,0 und 14,6% (MW = 12,1%).

Die chemosymbiontischen Luciniden zeigen eine ähnliche Entwicklung ihrer Faunenanteile wie die infaunalen Depositfresser. Nach nur 4,0% in der Maastrichtium-Probe steigt der prozentuale Anteil im Danium schon im ersten Probenhorizont deutlich an. Die prozentualen Anteile der Luciniden schwanken im Danium des BJB Grenzprofils zwischen 13,6 und 24,0% (MW = 18,4%).

Die mikrokarnivoren Korallen sind ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze nachweisbar. Höhere prozentuale Anteile sind erst in den Probenhorizonten ab 3 m oberhalb der K/Pg-Grenze festzustellen (11,8 und 34,1%). Karnivore Gastropoden sind nur in zwei Probenhorizonten des Daniums in geringen prozentualen Anteilen nachweisbar (2,4 und 5,4%), während herbivore Gastropoden in keinem Probenhorizont nachgewiesen sind.

7.2.3. OP Profil

Die Suspensionsfresser zeigen einen deutlichen Einschnitt an der K/Pg-Grenze (Abb. 7.4 A). Von 100% im letzten Probenhorizont des Maastrichtiums sinkt der Anteil auf 6,3% in der

ersten berücksichtigten Probe des Daniums. Dann erfolgt ein Anstieg auf Anteile über 70% bei 6 bis 8 m über der K/Pg-Grenze. Anschließend ist ein etwas unregelmäßiger Verlauf mit Anteilen von 40,9 bis 87,1% (MW = 63,5%) zu beobachten. Erst im obersten Profilabschnitt ab 23,5 m über der K/Pg-Grenze wird durchgehend das Niveau des obersten Maastrichtiums erreicht.

Die infaunalen Depositfresser zeigen im Danium bis 13 m über der K/Pg-Grenze einen Anstieg auf maximal 41%, bevor sie deutlich zurückgehen und zuletzt nur noch Werte zwischen 1,8 und 4,3% zeigen (Abb. 7.4 B). Dagegen sind die Oberflächen-Depositfresser bis etwa 12 m über der K/Pg-Grenze, abgesehen von einem Probenhorizont mit einem geringen Anteil (4,0%), überhaupt nicht nachgewiesen (Abb. 7.4 C). Im Bereich zwischen 18 und 22 m über der Grenze erreichen sie allerdings mit 8,2 bis 27,5% bedeutende Anteile an der Benthosfauna (MW = 18,1%).

Die chemosymbiontischen Lucinidae zeigen nur in den ersten drei Probenhorizonten des Daniums bedeutende Anteile von 10,0 bis 29,2% (MW = 21,4%). Danach treten sie von 4 bis etwa 22 m über der K/Pg-Grenze in niedrigen Anteilen von 0,0 bis 9,8% (MW = 4,0%) auf, bevor sie in den obersten Profilm Metern nur noch in zwei von fünf Probenhorizonten nachgewiesen sind und maximal 2,2% der Fauna ausmachen.

Die mikrokarnivoren Korallen treten in den ersten Probenhorizonten des Daniums in hohen Anteilen auf und erreichen in der ältesten Danium-Probe ihr Maximum von 56,3%. Von 5 bis etwa 16 m über der K/Pg-Grenze betragen die Anteile in den Probenhorizonten nur noch 0,0 bis 11,8% (MW = 4,7%). Darüber finden sich nur noch Werte bis maximal 3,8%.

Karnivore Gastropoden sind in zahlreichen Probenhorizonten vertreten, ihr Maximum liegt allerdings nur bei 9,2%. Ab 9 m über der K/Pg-Grenze sind sie mit zwei Ausnahmen in allen Probenhorizonten nachgewiesen. In den zwei Probenhorizonten des obersten Maastrichtium sind sie nicht vorhanden.

7.2.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle

Die prozentualen Anteile der Suspensionsfresser liegen im Maastrichtium durchgehend bei sehr hohen Werten zwischen 81,8 und 100% (MW = 92,6%). An der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Einschnitt zu beobachten, bis 19 m über der K/Pg-Grenze schwanken die Werte, abgesehen von zwei Ausnahmen (67,1 und 84,3%), zwischen 48,4 und 58,1% (MW = 53,3%). Erst im obersten Bereich erreichen die prozentualen Anteile der Suspensionsfresser wieder durchgehend hohe Werte von 72,7 bis 94,6% (MW = 85,0%) (Abb. 7.5 A).

Die infaunalen Depositfresser treten im Maastrichtium in geringen prozentualen Anteilen auf, nur in einem Intervall wird ein Wert von 10,8% erreicht. Nach den niedrigen Werten im obersten Maastrichtium (1,2 bis 2,4%) nehmen die Anteile nach der K/Pg-Grenze stark zu (Abb. 7.5 A). Bis 19 m über der K/Pg-Grenze liegen die Werte zwischen 8,9 und 20,4% (MW = 13,8%). Nur im Intervall 15 m über der K/Pg-Grenze kommt mit 2,9% ein sehr niedriger Anteil vor. Ab dem Intervall 21 m über der K/Pg-Grenze nehmen die prozentualen Anteile der infaunalen Depositfresser deutlich ab.

Die Oberflächen-Depositfresser treten nur im obersten Bereich zwischen 13 und 21 m über der K/Pg-Grenze in bedeutsamen prozentualen Anteilen bis zu 21,5% auf. In den letzten Intervallen ab 23 m über der K/Pg-Grenze nehmen die Anteile kontinuierlich bis auf 0,9% ab.

Während die chemosymbiontischen Luciniden im Maastrichtium nur in zwei Intervallen mit 2,0 und 3,0% nachgewiesen sind, nehmen die prozentualen Anteile im Danium nach der K/Pg-Grenze sofort sehr stark zu (Abb. 7.3 C). Von dem maximalen Wert von 22,6% im ersten Intervall des Daniums folgt im weiteren Verlauf eine annähernd kontinuierliche Abnahme, so dass in den letzten Intervallen nur noch 0,0 bis 2,1% erreicht werden.

Die mikrokarnivoren Korallen sind nur im Danium vertreten, dort allerdings bis auf das oberste Intervall durchgehend. Ihren größten Faunenanteil erreichen sie mit 31,5% 7 m über der K/Pg-Grenze. Nach diesem Maximalwert nehmen die Anteile kontinuierlich ab.

Während karnivore Gastropoden in allen Intervallen des Daniums vorhanden sind, sind sie im Maastrichtium nur in der Hälfte der Intervalle nachweisbar. Ihren höchsten prozentualen Anteil erreichen sie mit 9,1% in einem Intervall des Maastrichtiums. Im Danium schwanken die Anteile zwischen 1,1 und 7,1%. Herbivore Gastropoden sind nur in wenigen Intervallen in geringen Anteilen von 0,5 bis 2,5% nachgewiesen.

7.2.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium werden 94,2% der Benthosfauna von Suspensionsfressern gebildet. Die infaunalen Depositfresser stellen nur 2,8% der Maastrichtium-Fauna und die Chemosymbionten erreichen nur 1,1%. Karnivore sind mit 1,2% an der Maastrichtium-Fauna beteiligt. Oberflächen-Depositfresser und Herbivore liegen im Maastrichtium mit ihren prozentualen Anteilen jeweils unter 1% (Abb. 7.6 A).

Im Danium sind die Suspensionsfresser immer noch die dominierende Gruppe, doch ihr prozentualer Anteil hat signifikant abgenommen ($p = 0,000$) und beträgt nur noch 61,1% (Abb. 7.6 B). Signifikant zugenommen ($p = 0,000$) hat dagegen der Anteil der infaunalen Depositfresser, der im Danium 12,1% beträgt. Auch der prozentuale Anteil der Chemosymbionten ist im Danium mit 11,0% signifikant ($p = 0,000$) größer als im Maastrichtium. Die im Maastrichtium nicht nachgewiesenen Mikrokarnivoren treten mit 10,2% auf. Oberflächen-Depositfresser (2,6%, $p = 0,021$) und Karnivore (2,8%, $p = 0,001$) kommen im Danium in geringen, aber im Vergleich zum Maastrichtium signifikant erhöhten, Anteilen vor.

Im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo wurde eine signifikant negative Korrelation von Suspensionsfressern und flach-infaunalen Depositfressern festgestellt ($r_s = -0,509$). Weitere mit den Suspensionsfressern signifikant negativ korrelierte Ernährungskategorien sind Oberflächen-Depositfresser ($r_s = -0,490$), Chemosymbionten ($r_s = -0,499$) und Mikrokarnivore ($r_s = -0,678$).

7.2.6. HU Profil

Die Werte der verschiedenen Probenhorizonte sind aufgrund der wechselnden Lithologien in Huantraico schwieriger zu vergleichen als in den Profilen von Bajo de Añelo.

Die prozentualen Anteile der Suspensionsfresser sind, abgesehen vom letzten Probenhorizont, der nur einen Anteil von 35,5% aufweist, durchgehend sehr hoch und schwanken von 70,6 bis 100% (MW = 90,4%). An der K/Pg-Grenze ist hier kein deutlicher Einbruch ihrer Faunenanteile zu erkennen.

Die Oberflächen-Depositfresser zeigen ein unregelmäßiges Muster. Jedoch fällt auf, dass sie im Danium überhaupt nicht nachgewiesen werden können (Abb. 7.5 B). Im Maastrichtium schwanken die prozentualen Anteile der Oberflächen-Depositfresser sehr stark zwischen 0,0 und 21,6% (MW = 7,1%).

Die infaunalen Depositfresser lassen sich nur in wenigen Probenhorizonten nachweisen, wobei die prozentualen Anteile sowohl im Maastrichtium als auch im Danium mit 0,7 bis 4,2% meist sehr gering sind. Lediglich in zwei Probenhorizonten mit 17,4 und 17,6% im Maastrichtium und in einem Probenhorizont im Danium mit 19,4% erreichen sie höhere Werte. Chemosymbionten sind nur in einem Probenhorizont im Maastrichtium mit 3,9% Faunenanteil nachgewiesen.

Korallen als mikrokarnivore Faunenelemente treten bis auf einen in allen betrachteten Probenhorizonten des Daniums auf. In zwei Probenhorizonten werden 5,9%, in einem 8,3% erreicht, und im obersten Probenhorizont 11,35 m über der K/Pg-Grenze sind die Korallen mit 45,2% prozentualen Anteil vertreten. In diesem Profil treten keine herbivoren Gastropoden auf, nur im benachbarten HUR Profil finden sich in zwei Probenhorizonten des Maastrichtiums herbivore Gastropoden.

7.2.7. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium

Die dominierende Ernährungskategorie sind im Maastrichtium auch hier die Suspensionsfresser mit 89,7% Faunenanteil (Abb. 7.6 C). Als zweithäufigste Gruppe sind die Oberflächen-Depositfresser mit 6,2% vertreten. Karnivore sind mit 2,2% an der Fauna des Maastrichtiums beteiligt. Infaunale Depositfresser haben nur einen Faunenanteil von 1,5%, Herbivore und Chemosymbionten sogar nur von 0,3 bzw. 0,2%.

Im Danium dominieren immer noch die Suspensionsfresser, doch haben sie hier nur noch einen prozentualen Anteil von 77,3% (Abb. 7.6 D). Die infaunalen Depositfresser erreichen im Danium einen Anteil von 5,1%, tauchen also signifikant zahlreicher auf ($p = 0,044$). Die im Maastrichtium noch nicht nachgewiesenen Mikrokarnivoren sind im Danium mit 15,8% Faunenanteil vorhanden ($p = 0,000$). Dagegen sind die Oberflächen-Depositfresser im Danium nur noch mit 1,8% vorhanden und somit im Vergleich zum Maastrichtium signifikant seltener ($p = 0,039$). Karnivore, Chemosymbionten und Herbivore sind im Danium nicht nachgewiesen.

In der Sierra Huantraico sind die Suspensionsfresser signifikant negativ korreliert mit Oberflächen-Depositfressern ($r_s = -0,973$) und Karnivoren ($r_s = -0,895$). Auch Chemosymbionten und Suspensionsfresser sind negativ miteinander korreliert ($r_s = -1,000$), wobei hier die Anzahl der Probenhorizonte mit zwei sehr klein ist.

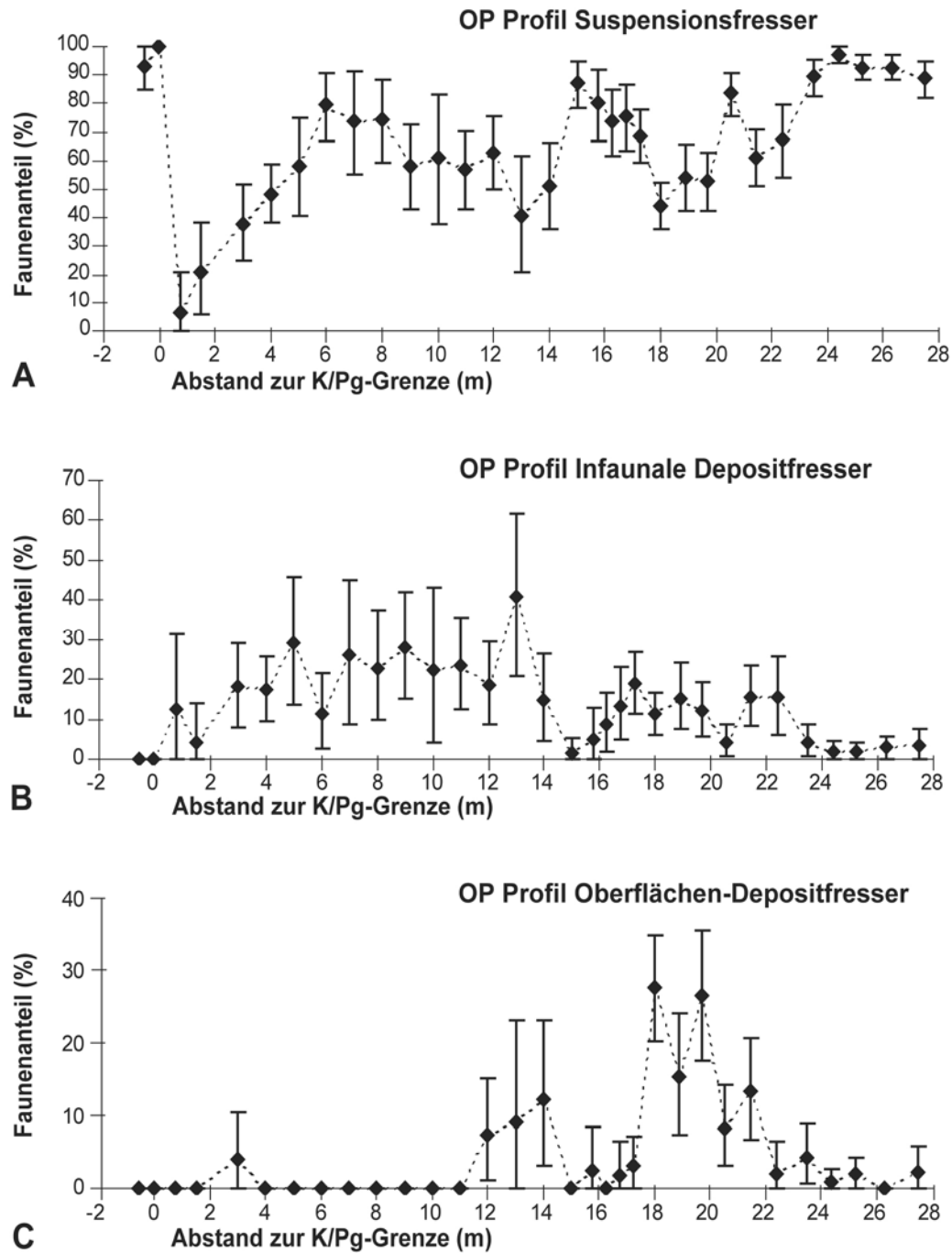


Abb. 7.4: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Ernährungsweisen in den jeweiligen Probenhorizonten des Profils von Opaso (OP). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. **A** Suspensionsfresser, **B** Infaunale Depositfresser, **C** Oberflächen-Depositfresser.

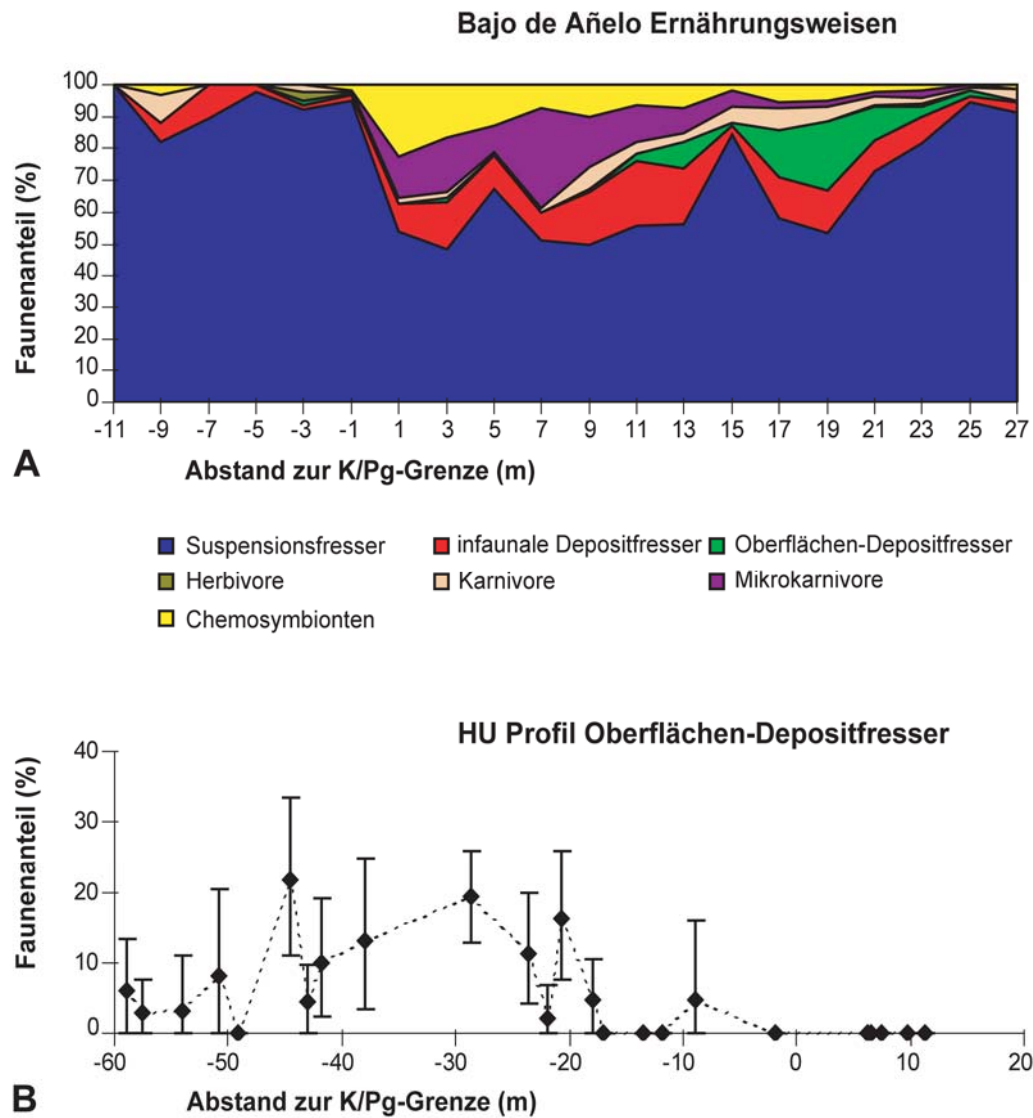


Abb. 7.5: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Ernährungsweisen. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. **A** Alle Ernährungsweisen im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo (2 m Intervalle), **B** Oberflächen-Depositfresser in den jeweiligen Probenhorizonten des Huantraico Profils (HU).

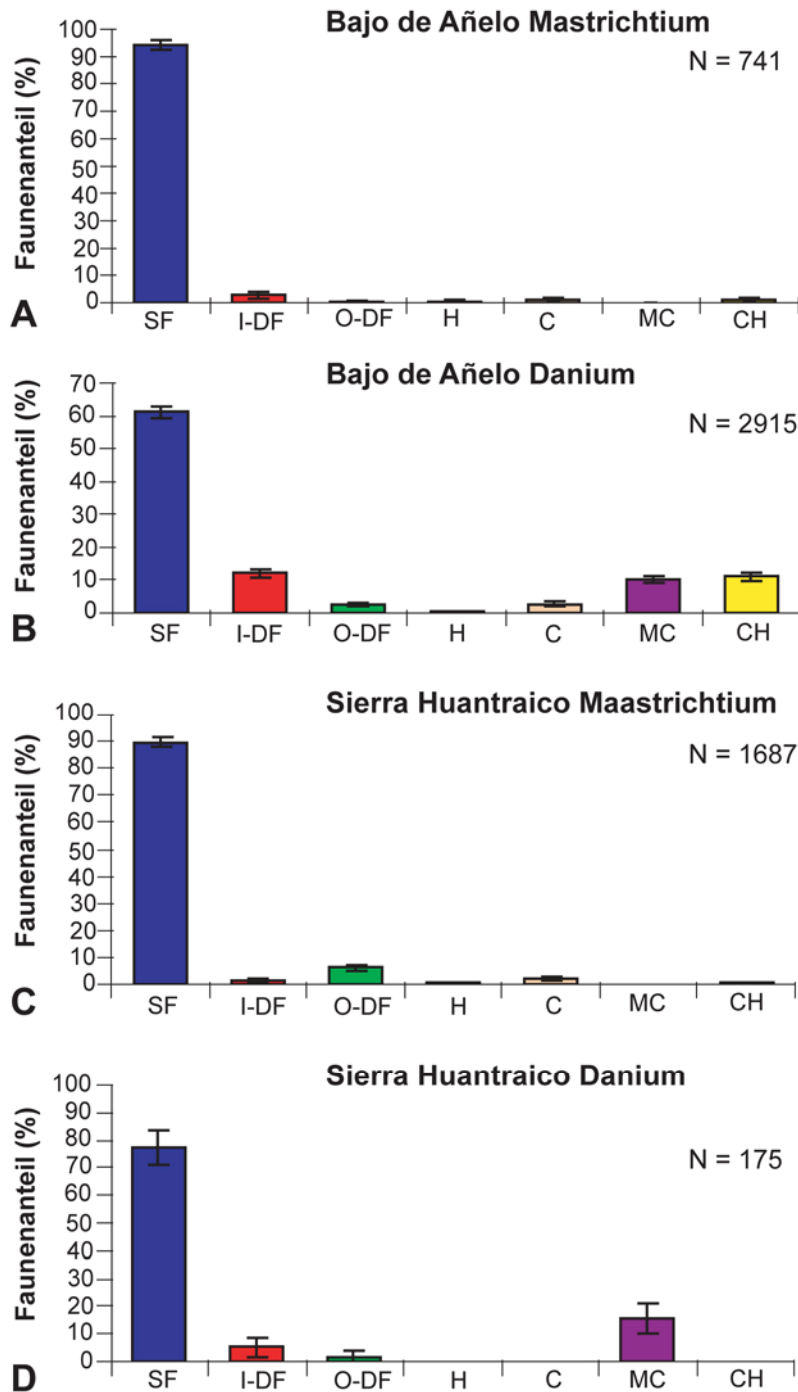


Abb. 7.6: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Ernährungsweisen zwischen Maastrichtium und Danium verschiedener Arbeitsgebiete. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Ernährungsweisen aufgetragen: Suspensionsfresser (SF), Infaunale Depositfresser (I-DF), Oberflächen-Depositfresser (O-DF), Herbivore (H), Karnivore (C), Mikrokarnivore (MC) und Chemosymbionten (CH). **A** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **B** Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **C** Maastrichtium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **D** Danium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico.

7.2.8. SM Profil

Die Suspensionsfresser erreichen in den Probenhorizonten des Maastrichtiums, abgesehen von zwei Probenhorizonten, immer Werte von 50,6 bis 88,6% (MW = 68,6%). Im untersten Bereich des Daniums liegen die prozentualen Anteile noch höher und schwanken zwischen 95,0 und 100% (Abb. 7.7 A). Ab 27 m über der K/Pg-Grenze nehmen die prozentualen Anteile ab. Von etwa 36 m über der K/Pg-Grenze bis zum Profilende liegen die Werte meist zwischen 0,0 und 40,0% (MW = 17,8%), nur vier Probenhorizonte erreichen Werte zwischen 51,5 und 68,0% (MW = 59,4%). Damit liegen die prozentualen Anteile der Suspensionsfresser im Maastrichtium und in den untersten 36 m des Daniums meist deutlich über denen des obersten Profilabschnitts.

Ganz anders verhalten sich die Faunenanteile der infaunalen Depositfresser. Hier findet sich im Maastrichtium nur ein Probenhorizont mit einem hohen Anteil an der Fauna, und zwar weist der älteste Probenhorizont etwa 76 m unterhalb der K/Pg-Grenze einen Wert von 26,3% auf (Abb. 7.7 B). Die übrigen prozentualen Anteile im Maastrichtium schwanken zwischen 0,0 und 6,3%. Im unteren Abschnitt des Daniums bis etwa 32 m über der K/Pg-Grenze liegen die Werte ebenfalls nur bei geringen Anteilen zwischen 0,0 und 5,0%, bevor bei etwa 35 m über der K/Pg-Grenze die prozentualen Anteile der infaunalen Depositfresser auf deutlich höhere Werte ansteigen. Ab ca. 38 m über der K/Pg-Grenze schwanken die Werte bis auf wenige Ausnahmen zwischen 45,7 und 95,7% (MW = 65,4%), lediglich in vier Probenhorizonten finden sich geringe Faunenanteile zwischen 0,0 und 24,0% (MW = 7,4%).

Die Oberflächen-Depositfresser zeigen sehr starke Schwankungen in ihren prozentualen Anteilen. Im Maastrichtium sind sie in allen Probenhorizonten vertreten und die Werte reichen von 8,0 bis 45,2% (MW = 24,8%). Die prozentualen Anteile im Danium liegen zwischen 3,6 und 27,8% (MW = 11,8%), wobei es auch zahlreiche Probenhorizonte gibt, in denen keine Oberflächen-Depositfresser nachgewiesen sind. Im Maastrichtium bewegen sich die Faunenanteile der Oberflächen-Depositfresser zumeist auf einem höheren Level als im Danium.

Die chemosymbiontischen Luciniden konnten im Maastrichtium nur in einem Probenhorizont nahe der Basis des Profils mit einem sehr geringen Faunenanteil von 1,2% nachgewiesen werden. Im Danium treten Luciniden erst etwa 65 m über der K/Pg-Grenze zum ersten Mal auf und erreichen maximal 20,9% Faunenanteil, wobei sie auch in einigen Probenhorizonten nicht nachgewiesen werden können.

Karnivore Faunenelemente zeigen ein sehr unregelmäßiges Muster mit stark schwankenden Faunenanteilen, die Werte von maximal 26,7% erreichen. Diese hohen Faunenanteile lassen sich nur im Maastrichtium und im oberen Bereich des Daniums ab etwa 75 m über der K/Pg-Grenze feststellen. Dazwischen sind karnivore Benthosorganismen nur in zwei Probenhorizonten bis maximal 3,3% nachgewiesen. Sowohl herbivore Gastropoden als auch mikrokarnivore Organismen, hier Scaphopoden, sind in diesem Profil nur in jeweils einem Probenhorizont mit geringem prozentualen Anteil vertreten.

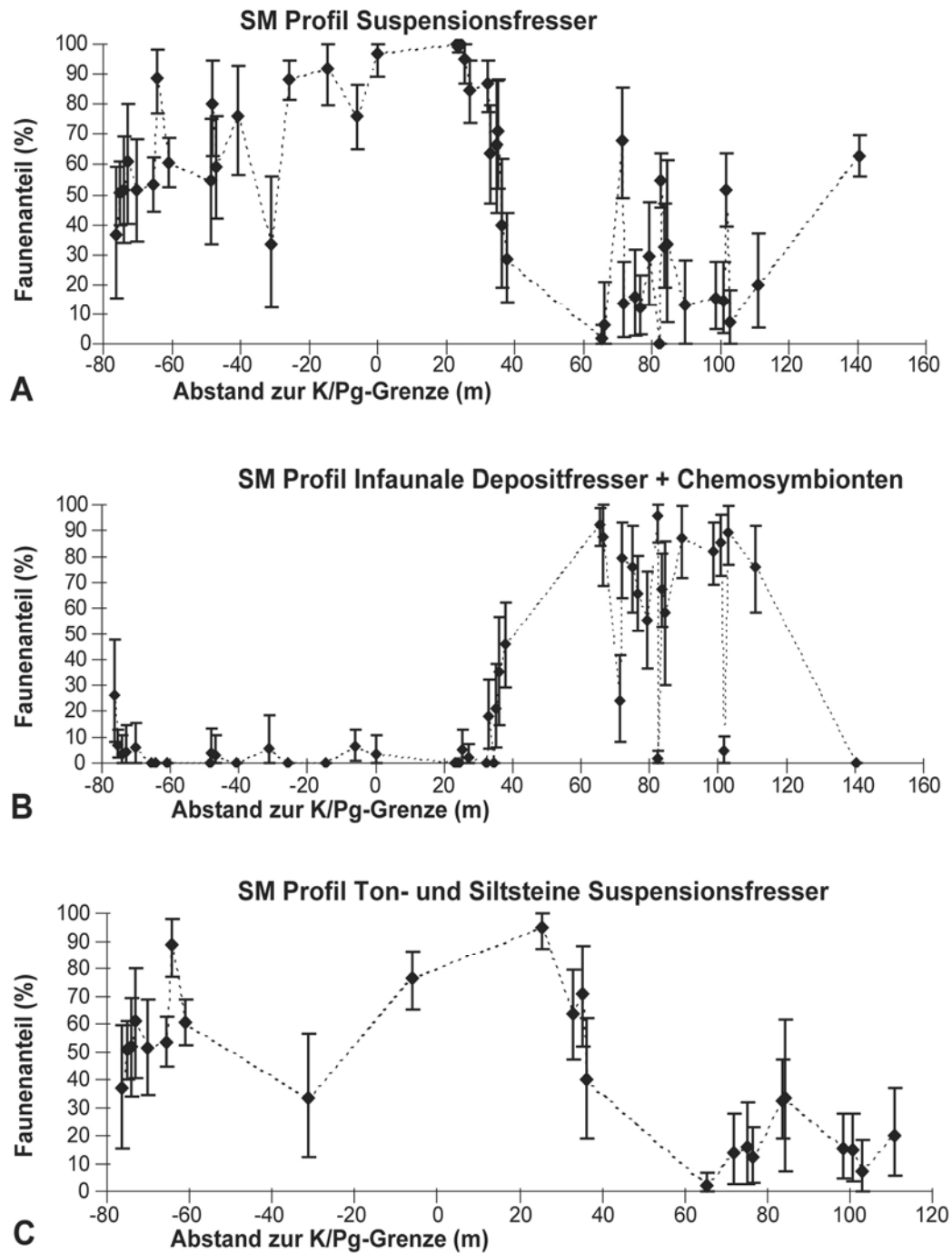


Abb. 7.7: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Ernährungsweisen in den jeweiligen Probenhorizonten des San Martin Profils (SM). Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. **A** Suspensionsfresser, **B** Infaunale Depositfresser und Chemosymbionten, **C** Suspensionsfresser in den Ton- und Siltstein-Probenhorizonten.

7.2.9. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind auch im Profil von San Martin die Suspensionsfresser die dominierende Gruppe mit einem Anteil von 68,0% (Abb. 7.9 A). Die Oberflächen-Depositfresser sind mit 22,5% am zweithäufigsten vertreten. Karnivore haben einen Faunenanteil von 6,0%. Der Anteil der infaunalen Depositfresser liegt mit 3,4% recht niedrig. Chemosymbionten sind nur mit 0,1% vertreten, während Herbivore und Mikrokarnivore im Maastrichtium überhaupt nicht nachgewiesen sind.

Die Suspensionsfresser sind im Danium mit 46,3% vertreten (Abb. 7.9 B), ihre Abnahme ist signifikant ($p = 0,030$). Mit 36,4% haben die infaunalen Depositfresser im Danium einen signifikant ($p = 0,001$) höheren Anteil als im Maastrichtium. Oberflächen-Depositfresser sind im Danium nur noch mit 7,8% vertreten und haben im Vergleich zum Maastrichtium einen signifikant niedrigeren Anteil ($p = 0,000$). Karnivore sind im Gegensatz zum Maastrichtium im Danium mit einem geringeren Anteil von 3,8% vertreten. Die Chemosymbionten sind im Danium dagegen signifikant zahlreicher vorhanden ($p = 0,007$) und erreichen 5,4% Faunenanteil. Herbivore und Mikrokarnivore treten mit 0,2 bzw. 0,1% auch im Danium von San Martin kaum in Erscheinung.

Die Suspensionsfresser sind im Arbeitsgebiet von Paso del Sapo mit flach-infaunalen Depositfressern ($r_s = -0,852$), Chemosymbionten ($r_s = -0,518$) und Karnivoren ($r_s = -0,557$) signifikant negativ korreliert. Signifikant negativ miteinander korreliert sind auch flach-infaunale Depositfresser und Oberflächen-Depositfresser ($r_s = -0,731$).

7.2.10. SM Profil Tonsteine

Die prozentualen Anteile der Suspensionsfresser schwanken im Maastrichtium von 33,3 bis 76,2% (MW = 51,5%). Die höchsten Werte finden sich in den ersten hier berücksichtigten Probenhorizonten des Daniums zwischen etwa 25 und 35 m über der K/Pg-Grenze mit 63,6 bis 95,0%. Darüber finden sich zunächst deutlich niedrigere Werte, bevor dann im obersten Profilbereich zwischen 98 und 111 m über der K/Pg-Grenze nur noch Faunenanteile bis maximal 20,0% auftreten. Der Trend zeigt hier also zunächst eine Zunahme der Suspensionsfresser über die K/Pg-Grenze hinweg, bevor dann ab etwa 35 m über der K/Pg-Grenze ein starker Rückgang der Suspensionsfresser zu verzeichnen ist.

Die infaunalen Depositfresser sind im Maastrichtium nur in einem Probenhorizont an der Profilbasis mit höherem Faunenanteil von 26,3% vertreten. Im Danium ist ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze ein deutlicher Anstieg der infaunalen Depositfresser zu erkennen. Im oberen Profilbereich ab etwa 75 m über der K/Pg-Grenze liegen die Anteile durchgehend bei mindestens 46,3% und erreichen maximal 76,5% (MW = 60,5%).

Die Oberflächen-Depositfresser zeigen im Vergleich zu den infaunalen Depositfressern ein ganz anderes Muster. Sie kommen im Maastrichtium in wesentlich höheren Faunenanteilen als im Danium vor und erreichen Werte von 10,5 bis 44,4% (MW = 29,5%). Im Danium finden sich nur in zwei Probenhorizonten höhere Werte von 18,2 und 25,0%, die übrigen Anteile der Oberflächen-Depositfresser liegen bei maximal 8,3%. Vor allem im obersten Profilabschnitt ab etwa 80 m über der K/Pg-Grenze sind sie entweder gar nicht mehr nachweisbar oder in sehr geringen Anteilen bis maximal 4,0% an den Faunen beteiligt.

Während die chemosymbiontischen Luciniden im Maastrichtium nur in einem Probenhorizont mit 1,2% Faunenanteil vorkommen und auch in den Tonsteinen des Daniums bis etwa 36 m über der K/Pg-Grenze nicht nachgewiesen sind, erreichen sie ab 75 m oberhalb der K/Pg-Grenze Werte zwischen 8,0 und 20,9% (MW = 14,5%).

Die infaunalen Depositfresser und die Chemosymbionten zeigen ein ähnliches Häufigkeitsmuster. Fasst man diese beiden Ernährungskategorien zusammen, ist zu erkennen, dass sie ab 75 m über der K/Pg-Grenze die Benthosfaunen der Tonsteine mit 58,3 bis 89,3% dominieren (MW = 75,0%).

Karnivore Taxa kommen im Maastrichtium in vier von fünf Probenhorizonten vor, im Danium lassen sie sich jedoch nur in 25% der Probenhorizonte nachweisen. Dort sind sie nur in den Tonsteinen zwischen etwa 75 und 84 m über der K/Pg-Grenze vorhanden. Im Maastrichtium erreichen die stark schwankenden Werte maximal 26,3%, im Danium 17,1%. Herbivore Gastropoden sind nur in einem Probenhorizont im Danium nachgewiesen, mikrokarnivore Taxa kommen in den Tonsteinen des SM Profils nicht vor.

7.2.11. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium

In den Tonstein-Probenhorizonten des Maastrichtiums besitzen die Suspensionsfresser den größten Faunenanteil, der hier 63,0% beträgt. Die Oberflächen-Depositfresser erreichen 22,3% und sind somit die zweithäufigste Gruppe. Infaunale Depositfresser mit 6,3% und Karnivore mit 8,3% sind mit durchaus bedeutsamen Anteilen vertreten. Während Chemosymbionten mit nur 0,2% Faunenanteil im Maastrichtium vorkommen, sind Mikrokarnivore und Herbivore nicht nachgewiesen.

Im Danium sind die infaunalen Depositfresser mit 46,9% die bedeutendste Gruppe, ihr Faunenanteil hat im Vergleich zum Maastrichtium signifikant zugenommen ($p = 0,002$). Dagegen sind die Suspensionsfresser in den Tonsteinen des Daniums nur noch mit 35,1% vertreten und damit signifikant seltener als im Maastrichtium ($p = 0,031$). Einen gegenüber dem Maastrichtium signifikant vergrößerten Anteil von 9,7% weisen die Chemosymbionten im Danium auf ($p = 0,017$). Die Oberflächen-Depositfresser erreichen im Danium mit 5,6% nur noch ca. ein Viertel ihres Faunenanteils im Maastrichtium ($p = 0,025$). Karnivore sind nur noch mit 2,5% vertreten, Herbivore mit 0,2%, und Mikrokarnivore sind in den Tonsteinen des Maastrichtiums nicht nachgewiesen.

In den Tonsteinen dieses Arbeitsgebietes ist eine signifikant negative Korrelation zwischen Suspensionsfressern und flach-infaunalen Depositfressern festzustellen ($r_s = -0,823$). Auch Oberflächen-Depositfresser und flach-infaunale Depositfresser sind signifikant negativ miteinander korreliert ($r_s = -0,888$). Eine positive Korrelation zeigt sich zwischen Karnivoren und Chemosymbionten ($r_s = 1,000$), wobei nur drei Probenhorizonte berücksichtigt wurden.

7.2.12. SM Profil Ton- und Siltsteine

Die Muster der jeweiligen Ernährungskategorien sind denjenigen der Tonsteine sehr ähnlich, es ergeben sich durch die zusätzlichen Probenhorizonte nur geringfügige Änderungen.

Bei den Suspensionsfressern ist somit auch hier ab etwa 36 m über der K/Pg-Grenze ein deutlicher Rückgang der prozentualen Faunenanteile zu verzeichnen (Abb. 6.7 C). Die Werte

erreichen bis zum oberen Profilende maximal 20,0%, abgesehen von zwei Werten mit etwa 33%.

Die infaunalen Depositfresser zeigen auch unter der Berücksichtigung der Siltsteine erst einen deutlichen Anstieg der Faunenanteile im Danium ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze (Abb. 7.8 A). Ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze sind die infaunalen Depositfresser die dominierende Gruppe, ihre prozentualen Faunenanteile liegen dort zwischen 46,3 und 82,7% (MW = 63,3%).

Auch hier zeigen die Oberflächen-Depositfresser ein nahezu identisches Muster mit den Probenhorizonten, die ausschließlich aus Tonsteinen bestehen (Abb. 7.8 B). So erreichen die Faunenanteile in den Probenhorizonten des Maastrichtiums, von einem Wert mit 8,6% abgesehen, durchgehend zweistellige Werte zwischen 10,5 und 45,2% (MW = 32,2%). Im Danium dagegen werden nur noch in zwei Probenhorizonten höhere Werte von 18,2 und 25,0% erreicht, und im obersten Profilabschnitt treten sie fast nicht mehr in Erscheinung.

Für die Chemosymbionten gilt für die Häufigkeiten in den Ton- und Siltsteinen des SM Profils dasselbe wie für die Tonsteine (s.o.). Es werden erst ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze höhere prozentuale Anteile von 8,0 bis 20,9% (MW = 13,9%) festgestellt (Abb. 7.8 C). Hier sind die Chemosymbionten auch in allen Ton- und Siltstein-Probenhorizonten vertreten.

Da die infaunalen Depositfresser und die Chemosymbionten eine ähnliche Verteilung zeigen, werden sie auch hier noch einmal zusammen betrachtet. Sie dominieren die Faunen der Ton- und Siltsteine ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze mit prozentualen Anteilen von 65,9 bis 92,3% (MW = 77,2%).

Karnivore Organismen zeigen ein unregelmäßiges Muster und sind in zahlreichen Probenhorizonten nicht nachgewiesen. Dabei fällt auf, dass sie im Danium erst etwa 75 m über der K/Pg-Grenze vorkommen. Im Maastrichtium sind sie in 60%, im Danium nur in 21% der Probenhorizonte vorhanden. Den größten Faunenanteil erreichen sie in einem Probenhorizont des Maastrichtiums mit 26,7%. Herbivore Gastropoden sind nur in einem Probenhorizont nachgewiesen, und mikrokarnivore Organismen lassen sich in den Ton- und Siltsteinen des SM Profils nicht feststellen.

7.2.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium

Den größten Faunenanteil in den Ton- und Siltsteinen des Maastrichtiums stellen die Suspensionsfresser mit 62,2% (Abb. 7.9 C). Oberflächen-Depositfresser sind die zweithäufigste Gruppe und haben einen Anteil von 25,6%. Karnivore erreichen 7,3% und damit einen vergleichsweise hohen Wert. Infaunale Depositfresser sind mit 4,8% an der Maastrichtium-Fauna beteiligt. Dagegen sind Chemosymbionten extrem selten (0,1%), und sowohl Herbivore als auch Mikrokarnivore sind nicht nachgewiesen.

Im Danium erreichen die infaunalen Depositfresser 50,8% und sind damit die dominierende Gruppe in den Ton- und Siltsteinen mit im Vergleich zum Maastrichtium signifikant ($p = 0,000$) höherem Anteil (Abb. 7.9 D). Der Anteil der Suspensionsfresser hat sich im Vergleich zum Maastrichtium etwa halbiert und liegt nur noch bei 31,2% ($p = 0,005$). Chemosymbionten kommen mit 10,0% Faunenanteil im Danium signifikant häufiger vor ($p = 0,000$) als im Maastrichtium. Dagegen hat der Anteil der Oberflächen-Depositfresser sehr stark und

signifikant abgenommen ($p = 0,001$) und beträgt nur noch 5,8%. Karnivore erreichen im Danium nur 2,1%, Herbivore nur 0,2%. Im Danium nicht nachgewiesen sind mikrokarnivore Organismen.

Hier zeigen sich die selben Korrelationen wie bei der Betrachtung der Tonsteine aus dem Gebiet von Paso del Sapo. Signifikant negativ miteinander korreliert sind demnach Suspensionsfresser und flach-infaunale Depositfresser ($r_s = -0,828$) sowie Oberflächen-Depositfresser und flach-infaunale Depositfresser ($r_s = 0,898$). Karnivore und Chemosymbionten sind signifikant positiv korreliert ($r_s = 1,000$).

7.2.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind die Suspensionsfresser mit 85,3% die dominierende Gruppe (Abb. 7.10 A). Die zweithäufigste Ernährungskategorie sind die Oberflächen-Depositfresser, die einen Anteil von 8,7% erreichen. Karnivore sind mit 2,9% an der Maastrichtium-Fauna beteiligt. Einen geringen Anteil haben die infaunalen Depositfresser, die 2,4% der Fauna ausmachen. Die chemosymbiontischen Luciniden erreichen nur 0,4% Faunenanteil im Maastrichtium, und herbivore Gastropoden sind nur mit 0,3% vertreten. Mikrokarnivore konnten im Maastrichtium nicht nachgewiesen werden.

Die Suspensionsfresser sind im Danium immer noch die dominierende Gruppe, erreichen aber nur noch 57,6% Faunenanteil (Abb. 7.10 B). Sie haben im Vergleich zum Maastrichtium signifikant abgenommen ($p = 0,000$). Dagegen erreicht der Anteil der infaunalen Depositfresser im Danium mit 19,3% einen deutlich höheren Wert als im Maastrichtium ($p = 0,000$). Die im Maastrichtium nicht nachgewiesenen Mikrokarnivoren sind mit 7,4% an der Fauna des Daniums beteiligt ($p = 0,000$). Chemosymbionten haben mit 8,4% im Danium ebenfalls einen signifikant erhöhten Anteil im Vergleich zum Maastrichtium ($p = 0,000$). Im Gegensatz dazu erreichen die Oberflächen-Depositfresser mit 4,2% Faunenanteil nur noch etwa die Hälfte ihres Anteils an der Maastrichtium-Fauna und sind signifikant zurückgegangen ($p = 0,018$). Karnivore sind mit 2,9% vertreten, herbivore Gastropoden haben nur einen Anteil von 0,1%.

Bei der Berücksichtigung aller Probenhorizonte der Gesamtregion zeigt sich, dass mehrere Ernährungskategorien mit den Suspensionsfressern signifikant negativ korreliert sind, und zwar flach-infaunale Depositfresser ($r_s = -0,638$), Oberflächen-Depositfresser ($r_s = -0,394$), Karnivore ($r_s = -0,461$), Mikrokarnivore ($r_s = -0,634$) und Chemosymbionten ($r_s = -0,467$). Eine signifikant positive Korrelation ist zwischen Karnivoren und Oberflächen-Depositfressern festzustellen ($r_s = 0,454$).

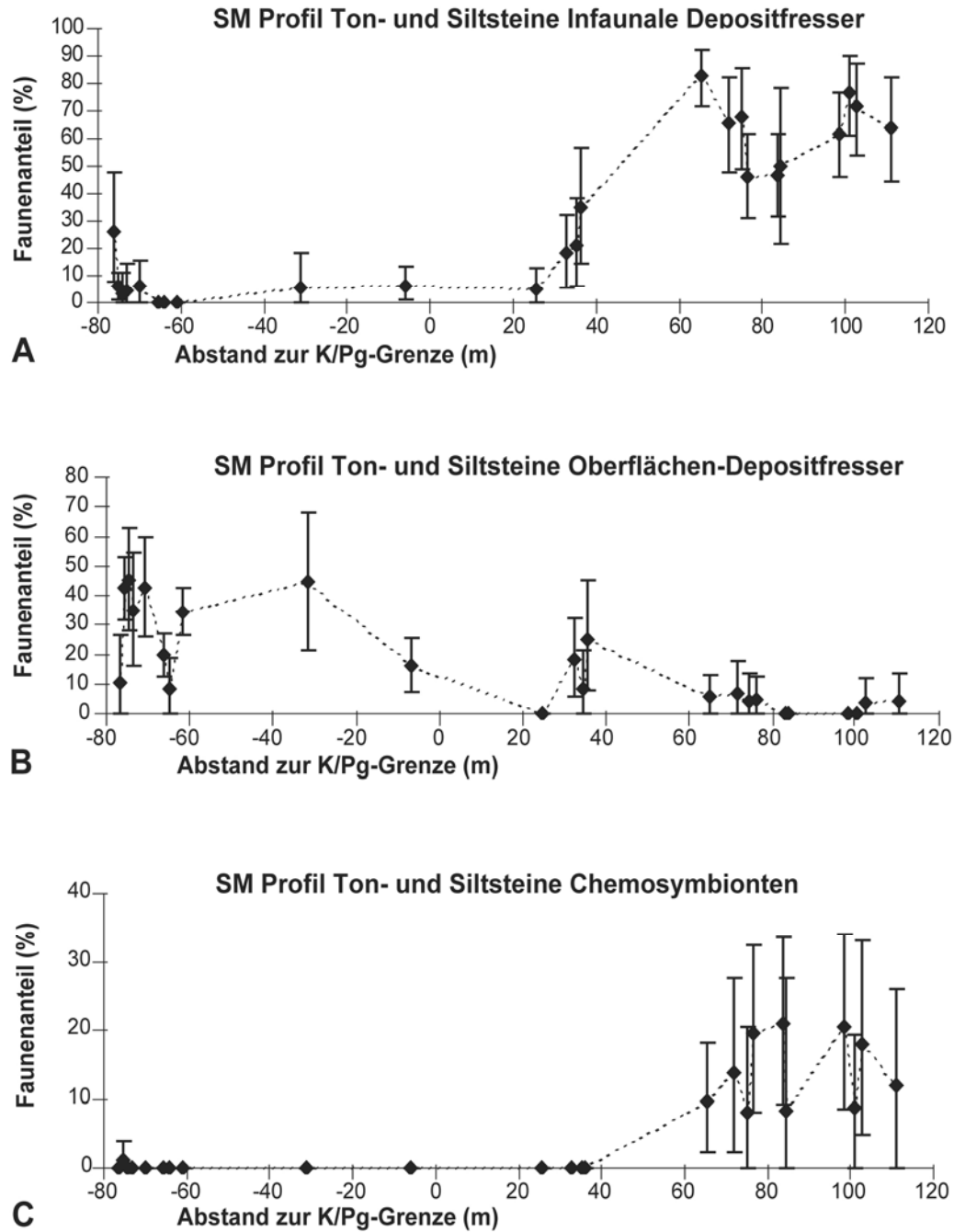


Abb. 7.8: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Ernährungsweisen in den jeweiligen Ton- und Siltstein-Probenhorizonten des San Martin Profils (SM). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. **A** Infaunale Depositfresser, **B** Oberflächen-Depositfresser, **C** Chemosymbionten.

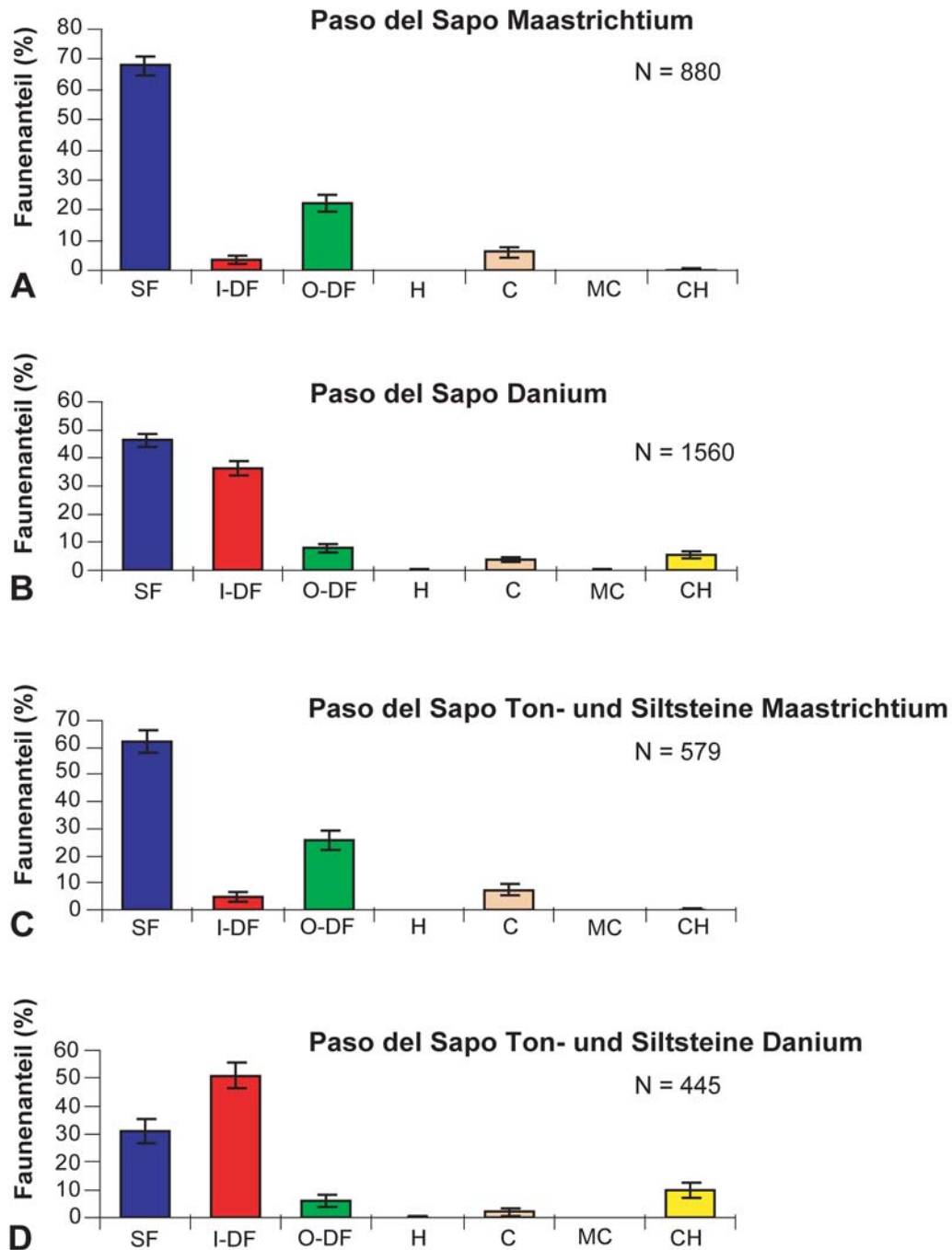


Abb. 7.9: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Ernährungsweisen zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Ernährungsweisen aufgetragen: Suspensionsfresser (SF), Infaunale Depositfresser (I-DF), Oberflächen-Depositfresser (O-DF), Herbivore (H), Karnivore (C), Mikrokarnivore (MC) und Chemosymbionten (CH). **A** Maastrichtium, **B** Danium, **C** Maastrichtium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, **D** Danium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte.

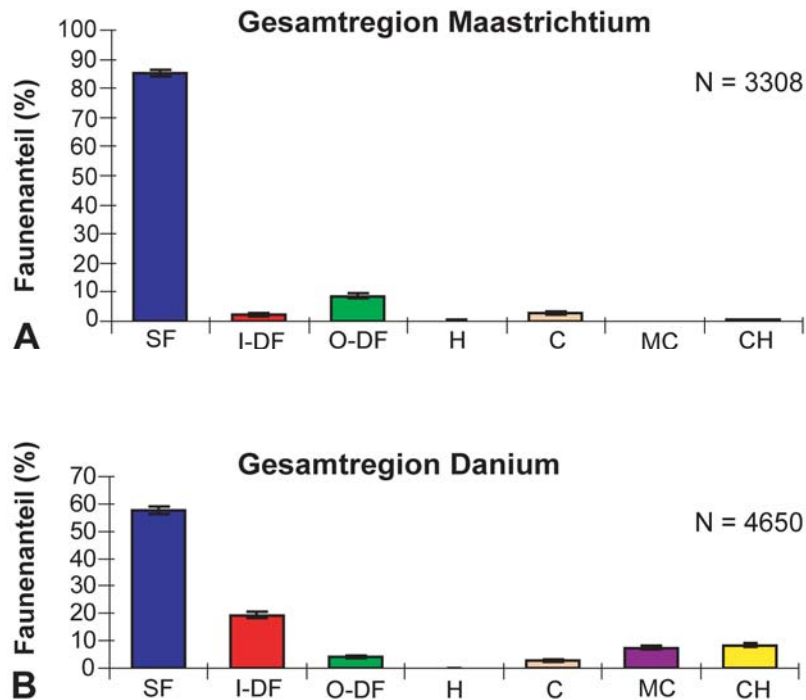


Abb. 7.10: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Ernährungsweisen zwischen Maastrichtium und Danium der Gesamtregion. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Ernährungsweisen aufgetragen: Suspensionsfresser (SF), Infaunale Depositfresser (I-DF), Oberflächen-Depositfresser (O-DF), Herbivore (H), Karnivore (C), Mikrokarnivore (MC) und Chemosymbionten (CH). **A** Maastrichtium, **B** Danium.

7.2.15. Zusammenfassung Ernährungsweise

In Bajo de Añelo und in Huantraico treten die mikrokarnivoren Korallen erst im Danium auf, im SM Profil sind keine Korallen vorhanden. Einige Unterschiede zwischen Maastrichtium und Danium lassen sich in allen Arbeitsgebieten beobachten. So ist der Anteil der Suspensionsfresser im Danium geringer als im Maastrichtium. Dagegen treten die infaunalen Depositfresser im Danium wesentlich häufiger auf als im Maastrichtium. Mit Ausnahme des HU Profils sind auch die Chemosymbionten im Danium in größeren Anteilen vertreten als im Maastrichtium. Die Oberflächen-Depositfresser zeigen insgesamt einen Rückgang ihres Faunenanteils im Danium.

In den Profilen von Bajo de Añelo nehmen die Anteile der Suspensionsfresser an der K/Pg-Grenze stark ab, während die Chemosymbionten im unteren Dan eine Zunahme zeigen. Erst ab etwa 23 m über der K/Pg-Grenze finden sich wieder Faunengemeinschaften, die in ihrer Zusammensetzung der verschiedenen Ernährungskategorien ungefähr dem Maastrichtium entsprechen mit den deutlich dominierenden Suspensionsfressern.

Im Gegensatz dazu ist im SM Profil die stärkste Änderung der Fauna etwa 35 m über der K/Pg-Grenze festzustellen. An der K/Pg-Grenze ist dort zunächst eine Zunahme der Suspensionsfresser zu beobachten, was auf das extrem häufige Auftreten von *Turritella* und *Corbicu-*

la zurückzuführen ist. Erst etwa 35 m darüber nimmt der Anteil der Suspensionsfresser deutlich ab, während infaunale Depositfresser in ihrer Häufigkeit stark zunehmen und im oberen Profilbereich die dominierende Gruppe sind. Ab etwa 75 m über der K/Pg-Grenze treten im SM Profil auch die Chemosymbionten stärker in Erscheinung. Diese Trends sind in allen Analysen des SM Profils, also auch bei Betrachtung der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte, erkennbar. Mit Ausnahme des letzten Probenhorizonts sind in SM ab ca. 75 m über der K/Pg-Grenze bis zum Profilende die Faunenanteile der verschiedenen Ernährungskategorien deutlich von denen des Maastrichtiums verschieden. In fast allen Profilen sowie auch in der Gesamtregion sind Suspensionsfresser mit flach-infaunalen Depositfressern und Chemosymbionten signifikant negativ miteinander korreliert.

7.3. Lebensweise

7.3.1. BJG Profil

Im Profil von Bajada del Jagüel ist die Epifauna im Maastrichtium ganz klar dominierend. Die prozentualen Anteile liegen, bis auf einen Wert von 68,8%, zwischen 85,2 bis 100% (MW = 92,4%), bevor sie an der K/Pg-Grenze sehr stark zurückgehen. Der erste Probenhorizont des Daniums weist allerdings mit 87,5% noch einen sehr hohen Anteil an Epifauna auf. Ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze kommen epifaunale Mollusken nicht mehr in den darunter festgestellten hohen Anteilen vor. Die Werte schwanken im Danium stark, prozentuale Anteile der Epifauna über 60% tauchen ab 4,40 m über der K/Pg-Grenze wieder häufiger auf. Mit 86,7% prozentualen Anteil wird jedoch erst im obersten Probenhorizont wieder ein Wert erreicht, der denen des Maastrichtiums und dem ersten Probenhorizont des Daniums entspricht.

Die Semiinfauna kann auch hier vernachlässigt werden, da sie nur in einem Probenhorizont des Maastrichtiums mit nur 1,1% vertreten ist. Daher verläuft die Kurve mit den Werten für die prozentualen Werte der Infauna genau gegensätzlich zur Kurve der Epifauna. Hier sind die prozentualen Anteile im Danium fast durchgehend niedriger als im Maastrichtium.

7.3.2. BJG B Profil

Auch im Grenzprofil von Bajada del Jagüel sind epifaunale Mollusken im Maastrichtium dominierend, sie erreichen im einzigen Probenhorizont des Maastrichtiums 94,7% Faunenanteil. Der erste Probenhorizont des Daniums zeigt einen starken Abfall auf nur noch 33,3% Epifauna. Im Anschluss schwanken die prozentualen Anteile der Epifauna von 44,4 bis 60,0% (MW = 53,5%). Semiinfauna ist hier keine vorhanden, weshalb die Kurve der Infauna genau gegensätzlich zu derjenigen der Epifauna verläuft. Die Infauna hat im Danium also wesentlich höhere Faunenanteile als im Maastrichtium.

7.3.3. OP Profil

Der Vergleich der prozentualen Anteile an der benthischen Molluskenfauna zeigt, dass die zwei Probenhorizonte des Maastrichtiums von Epifauna beherrscht werden. An der K/Pg-Grenze erfolgt ein sehr deutlicher Rückgang der Epifauna und die Infauna erreicht im ersten

Probenhorizont des Daniums 100% Faunenanteil. Bis 5 m über der K/Pg-Grenze sind die Anteile der Infauna etwas höher als die der Epifauna. Anschließend bewegen sich die Anteile von Infauna und Epifauna auf einem sehr ähnlichen Niveau, bevor ab 15 m über der K/Pg-Grenze die epifaunalen Anteile zumeist wieder deutlicher dominieren. Nur zwischen 18 und 19 m über der K/Pg-Grenze dominiert die Infauna noch mal in zwei Probenhorizonten. Vor allem am Ende des Profils, ab 23,5 m über der K/Pg-Grenze, finden sich die epifaunalen Faunenelemente in durchgehend sehr hohen prozentualen Anteilen von 71,4 bis 87,8% (MW = 81,0%). Die Semiinfauna kann mit nur sehr geringen Anteilen bis zu 1,4% in drei Probenhorizonten des Daniums vernachlässigt werden.

7.3.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle

Auch bei der Betrachtung der 2 m Intervalle der verschiedenen Profile von Bajo de Añelo kann die Semiinfauna vernachlässigt werden. Sie ist nur im obersten Maastrichtium-Probenhorizont und in vier Probenhorizonten des Daniums mit maximalen Anteilen von 0,9% vertreten.

Entsprechend der einzelnen Profile von Bajo de Añelo zeigt sich an der K/Pg-Grenze ein starker Rückgang der Epifauna (Abb. 7.11 A). Vom obersten Maastrichtium-Intervall bis zum ersten Danium-Intervall sinkt der prozentuale Anteil von 94,2 auf 55,5%. Im Danium erreichen die Anteile der Epifauna, abgesehen von 84,0% 15 m über der K/Pg-Grenze, erst ab 25 m über der K/Pg-Grenze mit 79,3 und 87,4% das Niveau des Maastrichtiums, in dem die Anteile von 74,2 bis 100% reichen (MW = 89,4%). Die hohen Anteile der Epifauna im Intervall 15 m über der K/Pg-Grenze sind vor allem durch den hohen Anteil der Austern in diesem Intervall bedingt. Die prozentualen Anteile der Infauna zeigen aufgrund des fast völligen Fehlens der Semiinfauna die genau gegensätzliche Entwicklung wie die Epifauna.

7.3.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium

Den mit Abstand dominierenden Anteil stellen im Maastrichtium die epifaunalen Benthosorganismen mit 92,1% (Abb. 7.12 A). Der Anteil der Infauna beträgt 7,8%, die Semiinfauna ist nur mit 0,1% nachgewiesen.

Im Danium ist die Epifauna mit 58,0% immer noch dominierend (Abb. 7.12 B). Ihr Faunenanteil ist aber im Vergleich zum Maastrichtium signifikant niedriger ($p = 0,000$). Der Anteil der Infauna hat sich im Danium signifikant ($p = 0,000$) auf 41,9% erhöht. Semiinfaunale Organismen sind mit 0,1% an der Fauna des Daniums beteiligt.

7.3.6. HU Profil

Semiinfaunale Mollusken sind in einigen Probenhorizonten des Maastrichtiums vorhanden, dabei werden im unteren Bereich des Profils teilweise hohe prozentuale Anteile von bis zu 37,9% festgestellt. Ab etwa 24 m unter der K/Pg-Grenze können keine semiinfaunalen Mollusken mehr nachgewiesen werden.

Bei Epi- und Infauna zeigt sich ein sehr unregelmäßiges Muster. Zwischen etwa 18 und 2 m unter der K/Pg-Grenze dominiert die Epifauna durchgehend mit Werten zwischen 52,9 und 100% (MW = 75,9%). Im restlichen Profil schwanken die Anteile sowohl im Maastrichtium

als auch im Danium sehr stark. Vom letzten Maastrichtium-Probenhorizont zum ersten Probenhorizont des Daniums geht der Anteil der Epifauna extrem stark von 91,3 auf 3,2% zurück. Danach wechseln die Anteile von Epi- und Infauna im Danium wieder sehr stark.

7.3.7. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium von Huantraico haben epifaunale Benthosorganismen einen Faunenanteil von 55,6% (Abb. 7.12 C). Die Infauna weist einen Anteil von 40,6% auf. Semiinfaunale Organismen bilden 3,8% der Benthosfauna.

Im Danium ist die Infauna mit 57,5% vorherrschend, der Anteil der Epifauna beträgt 42,5% (Abb. 7.12 D). Die Semiinfauna ist im Danium von Huantraico nicht nachgewiesen.

7.3.8. SM Profil

Semiinfaunale Mollusken sind nur in einigen Probenhorizonten bis 27 m über der K/Pg-Grenze nachgewiesen. Ihre prozentualen Anteile erreichen bis zu 5,6%.

Über das gesamte Profil dominiert die Infauna deutlich, wobei sich deren Anteile an der K/Pg-Grenze noch erhöhen (Abb. 7.11 B). Dies wird durch das massenhafte Auftreten von *Corbicula*, einem flach-infaunalen Suspensionsfresser, verursacht. Im Danium gibt es nur einen Probenhorizont (57,5%) mit einem Infauna-Anteil unter 82,3%, die prozentualen Anteile der Infauna erreichen hier ab etwa 35 m über der K/Pg-Grenze sehr oft 100%. Die Dominanz der Infauna im oberen Profilbereich wird dabei durch das Vorherrschen der flach-infaunalen Depositfresser hervorgerufen.

Da die Semiinfauna vernachlässigt werden kann, ist die Epifauna, entsprechend der Dominanz der Infauna über das gesamte San Martin Profil, in den meisten Probenhorizonten nur in geringen Anteilen oder teilweise überhaupt nicht nachweisbar.

7.3.9. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium von San Martin ist die Infauna mit 87,5% vertreten (Abb. 7.12 E). Epifaunale Benthosorganismen haben nur einen Anteil von 11,8% an der Fauna des Maastrichtiums. Die Semiinfauna ist mit 0,7% Faunenanteil vorhanden.

Der ohnehin schon dominierende Anteil der Infauna erhöht sich im Danium signifikant ($p = 0,000$) auf 95,3% (Abb. 7.12 F). Die Epifauna ist im Danium nur noch mit 4,5% Faunenanteil vertreten, hat also signifikant abgenommen ($p = 0,001$). Auch der Anteil der Semiinfauna ist im Danium geringer als im Maastrichtium und beträgt nur noch 0,2%.

7.3.10. SM Profil Tonsteine

Auch bei ausschließlicher Betrachtung der Tonsteine können semiinfaunale Mollusken vernachlässigt werden, da sie nur in zwei Probenhorizonten des Maastrichtiums mit maximal 5,6% auftreten.

Die Molluskenfauna der Tonsteine von San Martin wird über das gesamte Profil von Infauna dominiert. In den Probenhorizonten etwa 6 m unter der K/Pg-Grenze und etwa 25 m über der K/Pg-Grenze werden mit 79,0 und 57,5% die geringsten Anteile der Infauna festgestellt. Somit ist dort im Bereich der K/Pg-Grenze ein Anstieg des Anteils der Epifauna zu

verzeichnen. Ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze werden die Tonsteine wieder deutlicher von infaunalen Mollusken dominiert, deren Anteile dort minimal 85,4% erreichen, wobei in 58% der Probenhorizonte die Molluskenfauna komplett von der Infauna gebildet wird.

7.3.11. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium

In den Tonstein-Probenhorizonten des San Martin Profils zeigt sich eine ähnliche Verteilung von In- und Epifauna wie bei der Betrachtung aller Lithologien. Im Maastrichtium erreichen die infaunalen Organismen einen Anteil von 90,7%. Der Anteil der Epifauna liegt bei 8,4%, die Semiinfauna ist mit 0,9% an der Fauna des Maastrichtiums beteiligt.

In den Tonsteinen des Daniums ist der Anteil der Infauna im Vergleich zum Maastrichtium signifikant höher und erreicht 94,4% ($p = 0,039$). Die Epifauna ist dementsprechend mit 5,6% an der Fauna beteiligt ($p = 0,039$), da die Semiinfauna im Danium nicht nachgewiesen ist.

7.3.12. SM Profil Ton- und Siltsteine

Durch die Hinzunahme der Siltsteine ändert sich nicht viel im Vergleich zu den Ergebnissen der Analyse der Tonstein-Probenhorizonte und die Semiinfauna kann vernachlässigt werden. In den Ton- und Siltsteinen ist die Infauna im gesamten Profil dominierend (Abb. 7.11 C). Die Siltsteine zeigen also auch sehr hohe Anteile der Infauna. Ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze wird in 69% der Probenhorizonte die Molluskenfauna komplett von Infauna gebildet.

7.3.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium beträgt der Anteil der Infauna 91,0%. Die Epifauna erreicht 8,5% Faunenanteil, während die Semiinfauna mit nur 0,5% kaum in Erscheinung tritt.

Im Danium ist die Dominanz der Infauna noch deutlicher, ihr Faunenanteil beträgt hier 95,2% ($p = 0,013$). Epifaunale Mollusken sind mit 4,8% vertreten und damit im Vergleich zum Maastrichtium signifikant zurückgegangen ($p = 0,013$). Semiinfauna konnte im Danium nicht nachgewiesen werden.

7.3.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium weist die Epifauna einen Faunenanteil von 55,7% auf, während die Infauna mit 42,5% einen etwas geringeren Anteil hat (Abb. 7.12 G). Der Anteil der Semiinfauna liegt bei 1,8%.

Im Danium sind dagegen die infaunalen Mollusken dominierend und haben einen Anteil von 60,8% an der Fauna (Abb. 7.12 H). Ihr Faunenanteil ist im Vergleich zum Maastrichtium signifikant erhöht ($p = 0,000$). Epifaunale Vertreter sind mit 39,1% nicht mehr so häufig wie im Maastrichtium ($p = 0,000$). Mit 0,1% Anteil sind semiinfaunale Mollusken im Danium signifikant seltener als im Maastrichtium ($p = 0,015$).

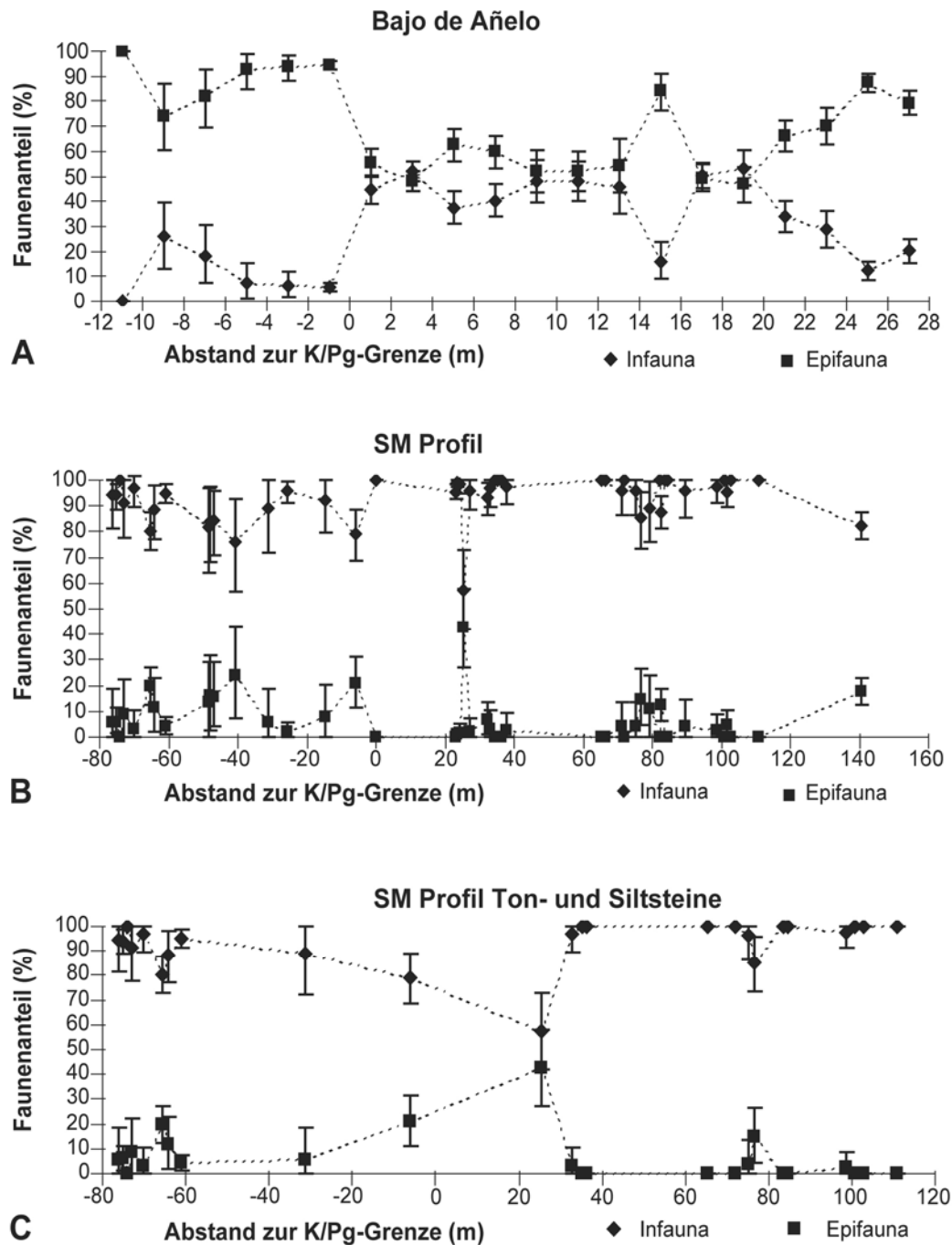


Abb. 7.11: Prozentuale Faunenanteile verschiedener Lebensweisen in den jeweiligen Probenhorizonten verschiedener Profile. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. Die Semiinfauna wird aufgrund ihrer geringen Anteile nicht dargestellt. **A** Bajo de Añelo (2 m Intervalle), **B** San Martin Profil (SM), **C** Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des San Martin Profils (SM).

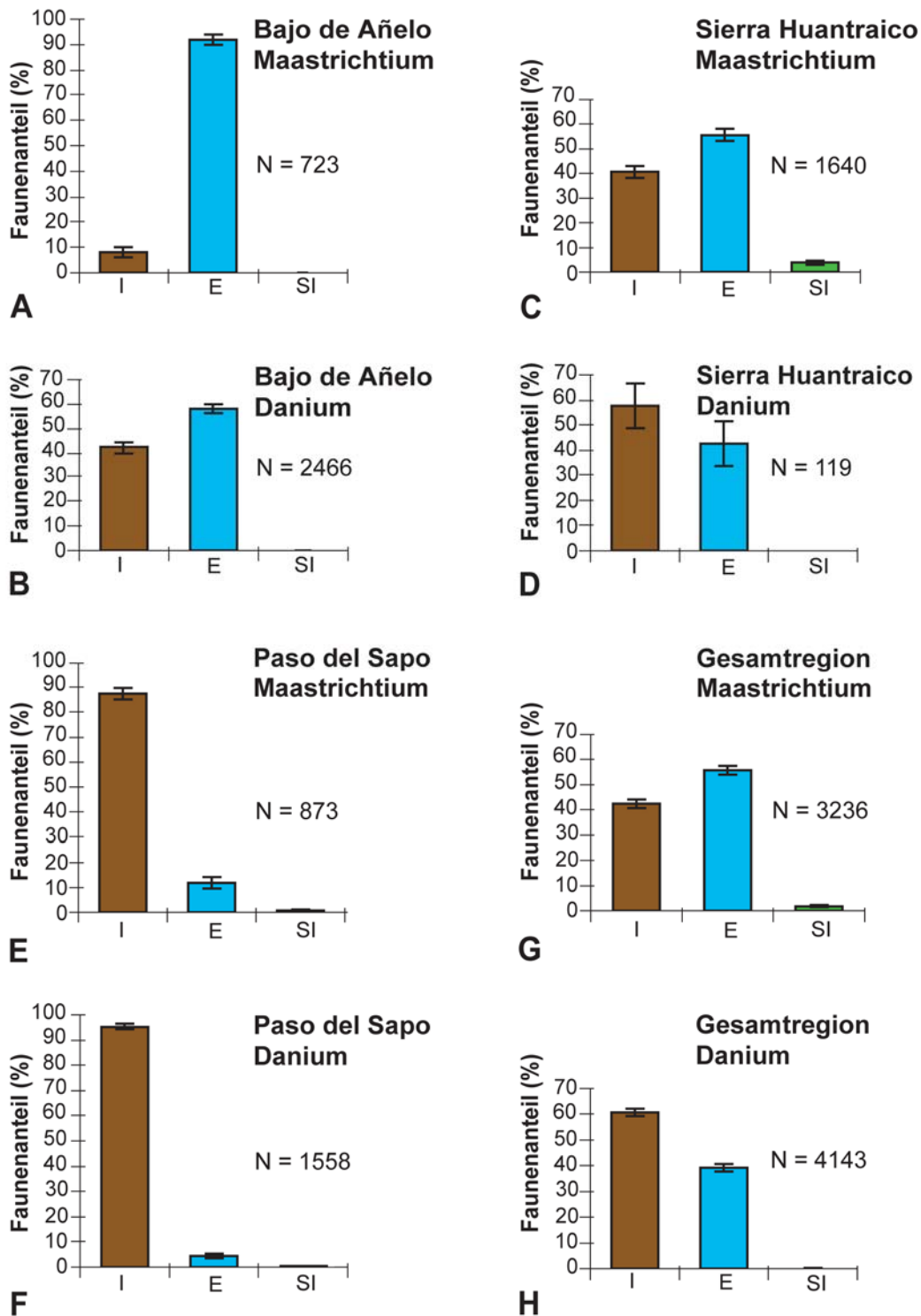


Abb. 7.12: Vergleich der prozentualen Faunenanteile der Lebensweisen zwischen Maastrichtium und Danium verschiedener Arbeitsgebiete. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Lebensweisen aufgetragen: Infauna (I), Epifauna (E), Semiinfauna (SI). **A** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **B** Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **C** Maastrichtium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **D** Danium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **E** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **F** Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **G** Maastrichtium der Gesamtregion, **H** Danium der Gesamtregion.

7.3.15. Zusammenfassung Lebensweise

Die Analyse der verschiedenen Lebensweisen zeigt, dass im Danium die Epifauna in allen Arbeitsgebieten in deutlich geringeren Anteilen als im Maastrichtium vorkommt. Während in Bajo de Añelo die epifaunalen Benthosorganismen im Danium im Vergleich zum Maastrichtium immer noch etwas häufiger sind, überwiegt in der Sierra Huantraico und in San Martin die Infauna im Danium. In San Martin ist die Infauna bereits im Maastrichtium ganz klar dominierend. Die Semiinfauna ist sehr selten und kann weitgehend vernachlässigt werden.

In Bajo de Añelo ist an der K/Pg-Grenze überwiegend ein deutlicher Rückgang des Anteils der Epifauna zu beobachten. Die epifaunalen Benthonten erreichen dort erst im oberen Profilbereich ab etwa 23 m über der K/Pg-Grenze wieder das Niveau des Maastrichtiums. Auch in Huantraico geht die Epifauna an der K/Pg-Grenze zurück. In San Martin hingegen ist die Zunahme der Infauna etwa 35 m über der K/Pg-Grenze feststellbar, wohingegen an der K/Pg-Grenze zunächst der Anteil der Epifauna ansteigt.

7.4. Gilden

Die Bivalven und Gastropoden wurden in Gilden eingeteilt, von denen 13 in den Arbeitsgebieten realisiert sind (Tabelle 3.3 und A 4). Die Ergebnisse sind selbstverständlich ähnlich denen der Analyse der verschiedenen Ernährungskategorien. Durch die feinere Unterteilung der Suspensionsfresser, Oberflächen-Depositfresser und der Karnivoren lassen sich jedoch Veränderungen innerhalb der genannten Gruppen in den verschiedenen Profilen feiner aufschlüsseln. Deshalb liegt hier das Augenmerk auf den Veränderungen, die durch die Ernährungskategorien-Analyse nicht ersichtlich werden, z.B. der Vergleich zwischen epifaunalen und infaunalen Suspensionsfressern.

7.4.1. BJG Profil

Auch im Profil von Bajada del Jagüel zeigen die epifaunalen Suspensionsfresser im Maastrichtium sehr hohe Faunenanteile von 68,8 bis 100% (MW = 90,5%), wobei die Werte, abgesehen von zwei Ausnahmen, zwischen 80,0 und 100% liegen. Im ersten berücksichtigten Probenhorizont des Daniums wird mit 87,5% noch ein sehr hoher prozentualer Anteil erreicht, danach schwanken die Anteile zwischen 36,4 und 73,7% (MW = 55,6%). Erst der oberste Probenhorizont weist mit 86,7% wieder einen sehr hohen Wert auf, der den prozentualen Anteilen im Maastrichtium vergleichbar ist.

Unter den Gilden der epifaunalen Suspensionsfresser sind frei lebende, moderat mobile epifaunale Formen im Danium komplett verschwunden. Epibyssate Suspensionsfresser zeigen einen starken Rückgang, ihre prozentualen Anteile erreichen im Danium nur noch Werte von 0,0 bis 37,5% (MW = 15,0%), im Gegensatz zu den deutlich höheren Werten zwischen 15,2 und 92,9% im Maastrichtium (MW = 40,8%). Dagegen zeigen zementierende Suspensionsfresser keine größeren Veränderungen, sie sind, abgesehen von drei Probenhorizonten, die dominierende Gilde der epifaunalen Suspensionsfresser im Danium und die prozentualen Anteile liegen dort zwischen 16,7 und 86,7% (MW = 43,6%). Diese Gilde kommt im Danium

somit in höheren Anteilen vor als im Maastrichtium, wo die Werte 7,0 bis 61,5% erreichen (MW = 33,2%).

Die infaunalen Suspensionsfresser zeigen große Schwankungen in ihren prozentualen Anteilen. Sie erreichen jedoch in keinem Probenhorizont die Werte der epifaunalen Suspensionsfresser. Im Maastrichtium fehlen infaunale Suspensionsfresser in etwa der Hälfte der Probenhorizonte und erreichen maximal 13,3%. Im Gegensatz dazu sind infaunale Suspensionsfresser in 76% der Probenhorizonte des Daniums nachgewiesen und erreichen maximal 22,7% Faunenanteil.

Innerhalb der infaunalen Suspensionsfresser sind es die flach-infaunalen Suspensionsfresser, die im Danium regelmäßiger auftreten. Im BJG Profil sind keine flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser nachgewiesen. Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind nur in zwei Probenhorizonten des Maastrichtiums in sehr geringen Anteilen vorhanden.

7.4.2. BJG B Profil

Die epifaunalen Suspensionsfresser nehmen an der K/Pg-Grenze sehr stark ab, ihr prozentualer Anteil geht von 94,7% im Probenhorizont des Maastrichtiums auf 33,3% im ersten Danium-Probenhorizont zurück. Darüber erreichen die Werte im Danium 44,4 bis 57,5% (MW = 51,9%).

Unter den epifaunalen Suspensionsfressern verschwinden auch hier frei lebende, moderat mobile epifaunale Formen an der K/Pg-Grenze. Die epibyssaten Suspensionsfresser nehmen an der K/Pg-Grenze deutlich ab und erreichen bis ans Ende dieses kurzen Profils mit 2,5 bis 16,7% (MW = 9,7%) auch nicht wieder die prozentualen Anteile des Probenhorizonts des Maastrichtiums (38,7%). Dagegen sinkt der Anteil der zementierenden Suspensionsfresser über die K/Pg-Grenze von 22,7 auf 16,7%, bevor die Werte dieser Gilde ab etwa 1 m oberhalb der K/Pg-Grenze ansteigen und zwischen 31,1 und 55,0% (MW = 43,6%) liegen.

Infaunale Suspensionsfresser sind im ersten Probenhorizont des Daniums mit 50,0% Faunenanteil nachgewiesen, nachdem sie im Maastrichtium-Probenhorizont nicht vorhanden waren. Die anderen Probenhorizonte des Daniums erreichen in diesem Profil prozentuale Anteile von 6,9 bis 17,8% (MW = 9,6%) für die infaunalen Suspensionsfresser.

Die infaunalen Suspensionsfresser beinhalten hier nur flach-infaunale Suspensionsfresser, während tief-infaunale Suspensionsfresser in keinem Probenhorizont nachgewiesen sind.

In diesem Profil kommen keine tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser vor, in zwei Probenhorizonten des Daniums sind geringe Anteile (1,7 und 5,5%) flach-infaunaler Oberflächen-Depositfresser vorhanden. Innerhalb der karnivoren Gastropoden sind nur epifaunale Vertreter in geringen Anteilen in zwei Probenhorizonten des Daniums nachgewiesen (2,5 und 5,5%).

7.4.3. OP Profil

Die epifaunalen Suspensionsfresser zeigen an der K/Pg-Grenze einen extrem starken Einbruch, der prozentuale Anteil geht von 100% im letzten Probenhorizont des Maastrichtiums auf 0,0% im ersten Danium-Probenhorizont zurück. Anschließend steigen die Werte der epifaunalen Suspensionsfresser wieder an. Sie schwanken recht stark und erreichen ab 23,5 m

über der K/Pg-Grenze hohe Werte, die durchgehend zwischen 70,0 und 87,8% liegen (MW = 80,6%). Von den epifaunalen Suspensionsfressern fehlen frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser (*Entolium*) im Danium völlig. Im Danium dominieren die zementierenden Formen unter den epifaunalen Suspensionsfressern über lange Zeit. Im Laufe des Daniums werden jedoch epibyssate Suspensionsfresser immer stärker dominierend und erreichen im obersten Profilbereich prozentuale Anteile von bis zu 82,9%.

Die infaunalen Suspensionsfresser hingegen weisen im Danium, von wenigen Ausnahmen abgesehen, höhere prozentuale Anteile als im Maastrichtium auf. Die Anteile der epifaunalen Suspensionsfresser werden jedoch nur im ersten Probenhorizont des Daniums überschritten. Zwischen 3 und 12 m über der K/Pg-Grenze erreichen die infaunalen Suspensionsfresser Anteile von 13,5 bis 27,7% (MW = 20,6%). Im weiteren Verlauf des Daniums nehmen sie mit starken Schwankungen wieder ab, bevor sich die prozentualen Anteile ab etwa 21,5 m über der K/Pg-Grenze auf Werte zwischen 7,8 und 14,3% (MW = 9,7%) einpendeln. Der Großteil der infaunalen Suspensionsfresser wird von flach-infaunalen Suspensionsfressern gebildet, tief-infaunale Suspensionsfresser sind nur in wenigen Probenhorizonten mit prozentualen Anteilen bis zu 7,8% vertreten.

Die Oberflächen-Depositfresser sind in Opaso nur durch die flach-infaunal lebenden Aporrhaiden vertreten, während tief-infaunale Telliniden nicht nachgewiesen sind.

7.4.4. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle

Auch in den 2 m Intervallen nehmen die epifaunalen Suspensionsfresser an der K/Pg-Grenze deutlich ab (Abb. 7.13 A). Während die prozentualen Anteile im Maastrichtium zwischen 74,2 und 100% (MW = 88,9%) schwanken, erreichen sie im Danium bis auf wenige Ausnahmen nur 43,8 bis 67,5% (MW = 53,3%). Nur 15 m über der K/Pg-Grenze und in den obersten zwei Intervallen werden Werte von mindestens 78,8% erreicht.

Innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser sind frei lebende, moderat mobile epifaunale Formen im Danium nicht mehr vorhanden. Die epibyssaten Suspensionsfresser, die im Maastrichtium Anteile von 22,9 bis 80,0% (MW = 42,7%) erreichen, sind im Danium bis 11 m über der K/Pg-Grenze nur mit Anteilen von 8,6 bis 18,7% vertreten (MW = 12,9%). Erst dann zeigen die Anteile mit Werten zwischen 22,8 und 77,0% (MW = 46,4%) einen kontinuierlichen Anstieg (Abb. 7.13 B). Die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser, die im Wesentlichen von Austern gebildet werden, zeigen zunächst im Danium bis 5 m über der K/Pg-Grenze eine Zunahme der prozentualen Anteile bis auf 50,8%. Anschließend ist eine annähernd kontinuierliche Abnahme bis auf 2,6% im obersten Intervall zu beobachten. Eine deutliche Ausnahme ist das Intervall 15 m über der K/Pg-Grenze, in dem die Austern mit 55,3% Faunenanteil dominieren.

Die infaunalen Suspensionsfresser, deren Anteile im Maastrichtium zwischen 0,0 und 6,5% liegen, zeigen in den ersten Intervallen des Daniums bis 7 m über der K/Pg-Grenze eine kontinuierliche Zunahme auf 15,8% (Abb. 7.13 A). Darüber gehen die prozentualen Anteile der infaunalen Suspensionsfresser wieder zurück und erreichen ab 13 m über der K/Pg-Grenze nur noch maximal 10,8%. Der Großteil der infaunalen Suspensionsfresser wird von flach-infaunalen Taxa gebildet.

Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind nur in zwei Intervallen des Maastrichtiums mit sehr geringen Anteilen nachgewiesen. Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind nur in Intervallen des Daniums vorhanden und dort ab dem Intervall 11 m über der K/Pg-Grenze in allen Probenhorizonten mit maximal 25,5% Faunenanteil vertreten.

Epifaunale karnivore Gastropoden sind ab dem letzten Maastrichtium-Intervall in allen Intervallen nachgewiesen und erreichen Anteile bis zu 6,5%. Flach-infaunale karnivore Gastropoden erreichen mit 9,7% in einem Probenintervall im Maastrichtium ihren höchsten Wert. Sie sind in den meisten Intervallen vorhanden, die prozentualen Anteile liegen aber, abgesehen vom erwähnten Probenintervall, nur bei maximal 3,8%.

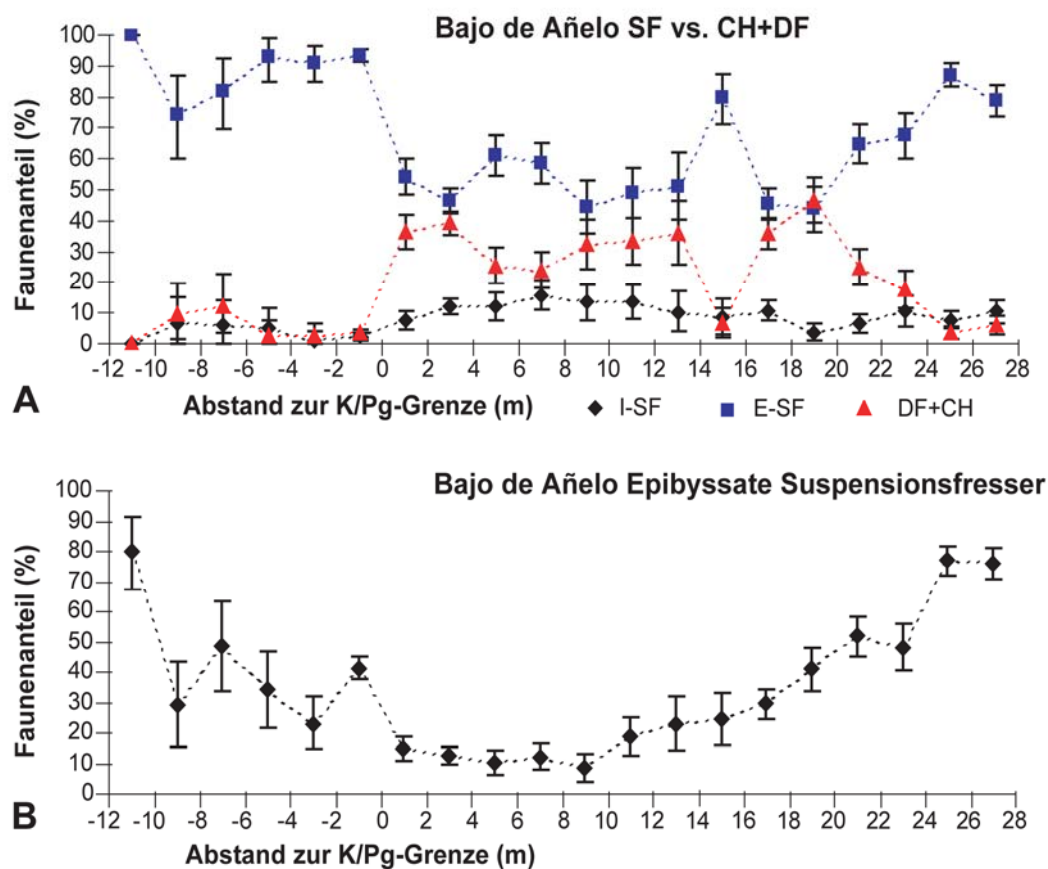


Abb. 7.13: Prozentuale Faunenanteile von Gilden und Gildengruppen im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo (2 m Intervalle). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. **A** Epifaunale Suspensionfresser (E-SF), Infaunale Suspensionfresser (I-SF) sowie Depositfresser und Chemosymbionten (DF + CH), **B** Epibyssate Suspensionfresser.

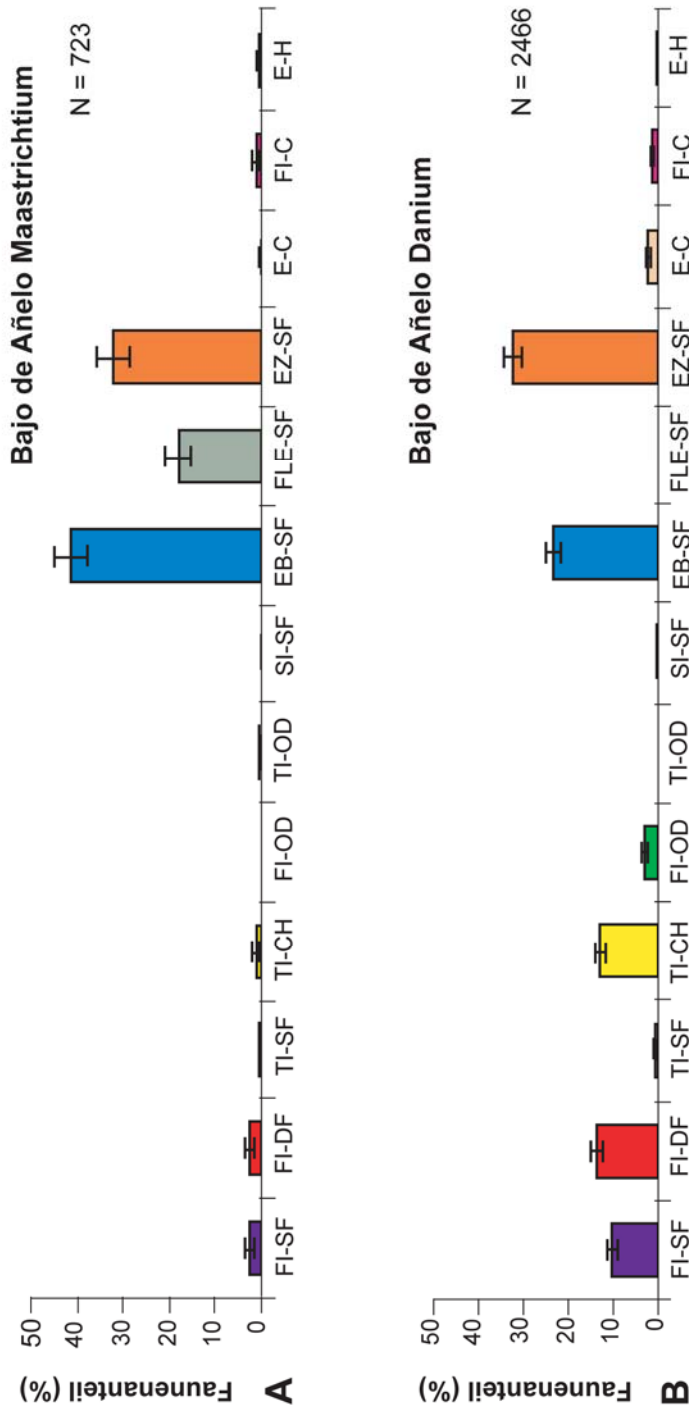


Abb. 7.14: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Gilden zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Gilden aufgetragen: Flach-infaunale Suspensionsfresser (FI-SF), Flach-infaunale Depositfresser (FI-DF), Tief-infaunale Suspensionsfresser (TI-SF), Tief-infaunale Chemosymbionten (TI-CH), Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser (FI-OB), Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser (TI-OD), Semiinfaunale Suspensionsfresser (SU-SF), Epibyssate Suspensionsfresser (EB-SF), Freilebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser (FLE-SF), Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (EZ-SF), Epifaunale Karnivore (E-C), Flach-infaunale Karnivore (FI-C), Epifaunale Herbivore (E-H). **A** Maastrichtium, **B** Danium.

7.4.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind die epibyssaten Suspensionsfresser mit 41,4% Faunenanteil die dominierende Gilde (Abb. 7.14 A). Auch die anderen Gilden epifaunaler Suspensionsfresser sind mit hohen Anteilen vertreten, die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser sind mit 32,1%, die frei lebenden, moderat mobilen epifaunalen Suspensionsfresser mit 18,0% an der Molluskenfauna des Maastrichtiums beteiligt. Alle anderen Gilden kommen im Maastrichtium nur in geringen Anteilen vor. Die flach-infaunalen Suspensionsfresser sind mit 2,6% vertreten.

Flach-infaunale Depositfresser und Chemosymbionten haben mit 2,5 bzw. 1,1% nur einen geringen Anteil an der Fauna des Maastrichtiums. Herbivore (0,5%) und flach-infaunale karnivore Gastropoden (1,1%), tief-infaunale Suspensionsfresser (0,3%) und Oberflächen-Depositfresser (0,2%) sowie semiinfaunale Suspensionsfresser und epifaunale Karnivore (jeweils 0,1%) sind mit sehr geringen Anteilen an der Molluskenfauna des Maastrichtiums beteiligt. Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind im Maastrichtium von Bajo de Añelo nicht nachgewiesen.

Im Danium sind die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser die bedeutendste Gilde. Ihr Anteil von 32,3% ist mit dem Anteil im Maastrichtium nahezu identisch (Abb. 7.14 B). Die epibyssaten Suspensionsfresser sind noch stark vertreten, erreichen aber im Vergleich zum Maastrichtium einen signifikant ($p = 0,000$) niedrigeren Anteil von 23,3%. Einen, im Vergleich zum Maastrichtium, deutlich erhöhten Anteil ($p = 0,000$) im Danium zeigen die flach-infaunalen, mobilen Depositfresser, die 13,8% der Molluskenfauna ausmachen. Auch die flach-infaunalen Suspensionsfresser sind mit 10,2% im Danium mit deutlich größerem Anteil ($p = 0,000$) als im Maastrichtium vertreten, ebenso wie die Chemosymbionten mit 12,8% ($p = 0,000$). Die flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser sind mit 3,1% an der Molluskenfauna des Daniums beteiligt ($p = 0,001$). Sämtliche anderen Gilden sind nur mit sehr geringen Anteilen vorhanden, und zwar epifaunale Karnivore (2,2%, $p = 0,000$), flach-infaunale Karnivore (1,3%, $p = 0,035$), tief-infaunale Suspensionsfresser (0,7%), Herbivore (0,2%) und semiinfaunale Suspensionsfresser (0,1%). Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser und frei-lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser sind im Danium nicht nachgewiesen.

7.4.6. HU Profil

Im Gegensatz zu den Profilen von Bajada del Jagüel und Opaso zeigen die epifaunalen Suspensionsfresser in Huantraico kein einheitliches Muster. Im Maastrichtium reichen die Anteile bis 20,7 m unter der K/Pg-Grenze von 22,4 bis 66,7% (MW = 43,4%). Dann dominieren sie bis zur K/Pg-Grenze mit Werten zwischen 52,9 und 100% (MW = 74,9%). Nach dem Rückgang auf 3,2% im ersten Probenhorizont des Daniums schwanken die Anteile der epifaunalen Suspensionsfresser zwischen 13,3 und 75,0% (MW = 52,3%).

Innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser sind frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser im gesamten Profil nicht nachgewiesen. Abgesehen von einem Probenhorizont sind die epibyssaten Suspensionsfresser in allen Probenhorizonten des Maastrichtiums die dominierenden epifaunalen Suspensionsfresser mit Anteilen von 16,4 bis 60,9%

(MW = 38,6%). Sie lassen sich im Danium jedoch nur noch im obersten Probenhorizont mit einem geringen Anteil von 2,9% nachweisen. Dagegen sind zementierende Suspensionsfresser in allen Probenhorizonten des Daniums nachgewiesen und dort die dominierenden epifaunalen Suspensionsfresser. Während ihre prozentualen Anteile im Maastrichtium sehr stark schwanken und Werte zwischen 0,0 und 80,0% erreichen (MW = 14,7%), wobei der Großteil jedoch bei Anteilen bis 16,0% liegt, erreichen die Anteile im Danium in den meisten Probenhorizonten große Werte bis maximal 75,0% (MW = 41,9%).

Die Anteile der infaunalen Suspensionsfresser erreichen im Maastrichtium Werte zwischen 0 und 61,2% (MW = 30,1%). Der erste Probenhorizont im Danium enthält 96,8% infaunale Suspensionsfresser, knapp 10 m über der K/Pg-Grenze erreichen diese mit 86,7% Faunenanteil ebenfalls einen hohen Wert. Die Anteile in den übrigen Probenhorizonten des Daniums liegen zwischen 17,6 und 26,3% (MW = 21,3%).

Unter den infaunalen Suspensionsfressern sind tief-infaunale Suspensionsfresser nur im Maastrichtium nachgewiesen und erreichen dort Anteile von maximal 24,0%. Die flach-infaunalen Suspensionsfresser sind die vorherrschenden infaunalen Suspensionsfresser und mit einer Ausnahme im Maastrichtium in allen Probenhorizonten nachgewiesen.

Oberflächen-Depositfresser sind nur im Maastrichtium vorhanden. Innerhalb dieser sind in diesem Profil die tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser die überwiegende Gruppe, deren Anteile maximal 22,0% erreichen. Karnivore Gastropoden kommen nur in wenigen Probenhorizonten des Maastrichtiums vor. Dabei erreichen die flach-infaunalen karnivoren Gastropoden mit 2,0 bis 7,2% etwas höhere Anteile als die epifaunalen Vertreter, deren Anteile von 0,7 bis 4,3% reichen.

7.4.7. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium

Den größten Faunenanteil im Maastrichtium von Huantraico haben die epibyssaten Suspensionsfresser mit 36,5% (Abb. 7.15 A). Die flach-infaunalen Suspensionsfresser haben einen hohen Anteil von 27,4%. Mit 17,9% sind die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser die dritthäufigste Gilde. Die tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser erreichen einen Faunenanteil von 4,6%. Die zweite tief-infaunale Gilde mit einem ähnlichen Anteil sind die tief-infaunalen Suspensionsfresser mit 4,0%. Die übrigen Gilden sind mit geringen Anteilen vorhanden, und zwar mit abnehmenden Faunenanteilen von 3,8 bis 0,1%: semiinfaunale Suspensionsfresser, flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser, flach-infaunale Karnivore, flach-infaunale Depositfresser, epifaunale Karnivore, Herbivore, Chemosymbionten und frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser.

Im Danium sind die flach-infaunalen Suspensionsfresser mit 49,5% die dominierende Gilde (Abb. 7.15 B). Eine noch deutlichere Zunahme zeigen die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser, die mit 41,9% an der Fauna beteiligt sind. Eine sehr starke Zunahme ist auch unter den flach-infaunalen Depositfressern zu verzeichnen, die im Danium 8,1% der Fauna ausmachen. Ein extrem starker Rückgang ($p = 0,000$) ist bei den epibyssaten Suspensionsfressern festzustellen, die nur noch 0,6% Faunenanteil erreichen, nachdem sie im Maastrichtium noch den größten Faunenanteil gestellt hatten. Folgende Gilden sind nicht nachgewiesen: Flach-infaunale und tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser, Chemosymbi-

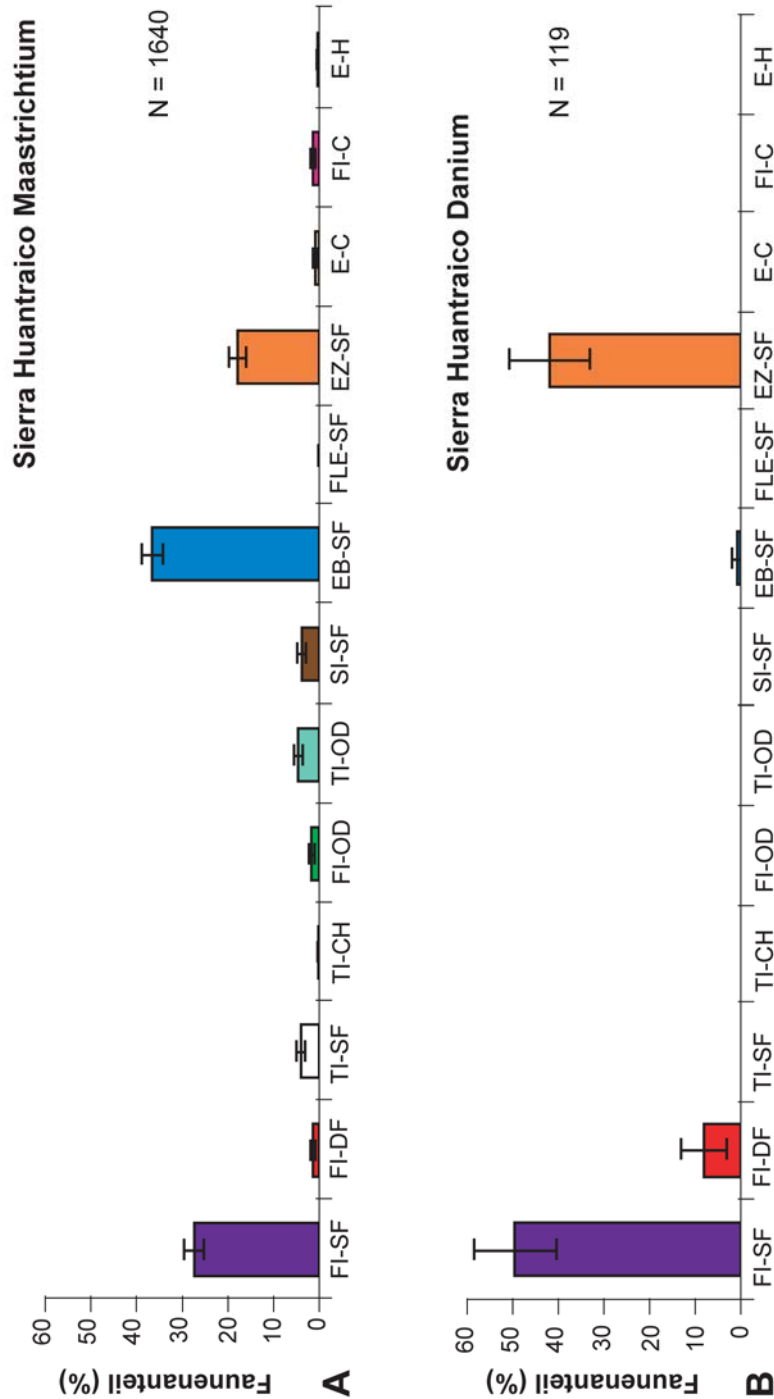


Abb. 7.15: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Gilden zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Gilden aufgetragen: Flach-infaunale Suspensionsfresser (FI-SF), Flach-infaunale Depositfresser (FI-DF), Tief-infaunale Suspensionsfresser (TI-SF), Tief-infaunale Chemosymbionten (TI-CH), Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser (FI-OB), Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser (TI-OD), Semiinfaunale Suspensionsfresser (SU-SF), Epibyssate Suspensionsfresser (EB-SF), Frei-lebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser (FLE-SF), Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (EZ-SF), Epifaunale Karnivoren (E-C), Flach-infaunale Karnivoren (FI-C), Epifaunale Herbivoren (E-H). **A** Maastrichtium. **B** Danium.

onten, tief-infaunale Suspensionsfresser, semiinfaunale Suspensionsfresser, frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser, Karnivore und Herbivore.

7.4.8. SM Profil

Entsprechend der schon erwähnten Dominanz der Infauna (siehe Abschnitt Lebensweise), sind die epifaunalen Suspensionsfresser in diesem Profil in der Mehrzahl der Probenhorizonte nur in geringen Faunenanteilen vertreten (Abb. 7.16 A). Im Maastrichtium erreichen sie, abgesehen von einem Probenhorizont mit 42,9%, Werte zwischen 0,0 und 19,4% (MW = 6,8%). Auch im Danium gibt es einen Probenhorizont mit einem hohen Anteil epifaunaler Suspensionsfresser (42,5%). In den übrigen Probenhorizonten des Daniums liegen ihre prozentualen Anteile jedoch nur zwischen 0 und 6,3%, wobei in zwei Dritteln der Probenhorizonte keine epifaunalen Suspensionsfresser nachgewiesen sind.

Innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser sind frei lebende, moderat mobile epifaunale Formen in San Martin nicht nachgewiesen. Zementierende Suspensionsfresser sind im Maastrichtium in 41% der Probenhorizonte mit niedrigen Anteilen von 1,1 bis 8,0% vorhanden. Im Danium sind sie nur noch in drei Probenhorizonten (10% der Probenhorizonte) mit 1,5 bis 6,3% vertreten. Die epibyssaten Suspensionsfresser treten etwas häufiger und auch in höheren Anteilen als die zementierenden Suspensionsfresser auf. Sie sind in 71% der Maastrichtium-Probenhorizonte und in 23% der Danium-Probenhorizonte nachgewiesen. Im Maastrichtium sind die epibyssaten Suspensionsfresser auch in etwas höheren Anteilen als im Danium vorhanden. Der höchste Faunenanteil der epifaunalen Suspensionsfresser, der mit 42,5 % in einem Probenhorizont etwa 25 m über der K/Pg-Grenze erreicht wird, geht komplett auf die Anteile der epibyssaten Suspensionsfresser zurück. Ansonsten erreichen die prozentualen Anteile der epibyssaten Suspensionsfresser im Maastrichtium Werte bis 19,4%, im Danium dagegen nur bis 4,4%.

Die infaunalen Suspensionsfresser zeigen in diesem Profil bis etwa 35 m über der K/Pg-Grenze fast durchgehend recht hohe prozentuale Anteile (Abb. 7.16 B). Abgesehen von zwei Probenhorizonten mit geringeren prozentualen Anteilen (33,3 und 27,8%) erreichen die infaunalen Suspensionsfresser bis zu diesem Punkt Werte zwischen 42,9 und 99,2% (MW = 67,4%). Von 36 bis etwa 66 m über der K/Pg-Grenze sinken die Anteile teilweise auf 1,9%. Darüber schwanken die prozentualen Anteile der infaunalen Suspensionsfresser sehr stark, und es ist kein einheitliches Muster zu erkennen. In diesem oberen Bereich des Profils erreichen sie maximal 64,0% Faunenanteil, ein Wert, der in den ersten etwa 35 m des Daniums fast immer überschritten wird.

Innerhalb der infaunalen Suspensionsfresser sind die tief-infaunalen Taxa vor allem in Probenhorizonten des Maastrichtiums bis auf drei Ausnahmen vorhanden. Ihre Anteile reichen von 3,0 bis 62,9% (MW = 23,4%). Im Danium dagegen sind sie zwischen etwa 24 und 71 m über der K/Pg-Grenze in keinem Probenhorizont nachgewiesen. Im oberen Profilabschnitt kommen sie dann in wenigen Probenhorizonten mit maximal 12,0% Faunenanteil vor, sie erreichen also im Danium im Vergleich zum Maastrichtium deutlich niedrigere Anteile. Bis auf wenige Ausnahmen im Maastrichtium sind jedoch die flach-infaunalen Vertreter die dominierende Gilde der infaunalen Suspensionsfresser. Sie sind vor allem im unteren Danium bis etwa 35 m über der K/Pg-Grenze mit sehr hohen Faunenanteilen vertreten.

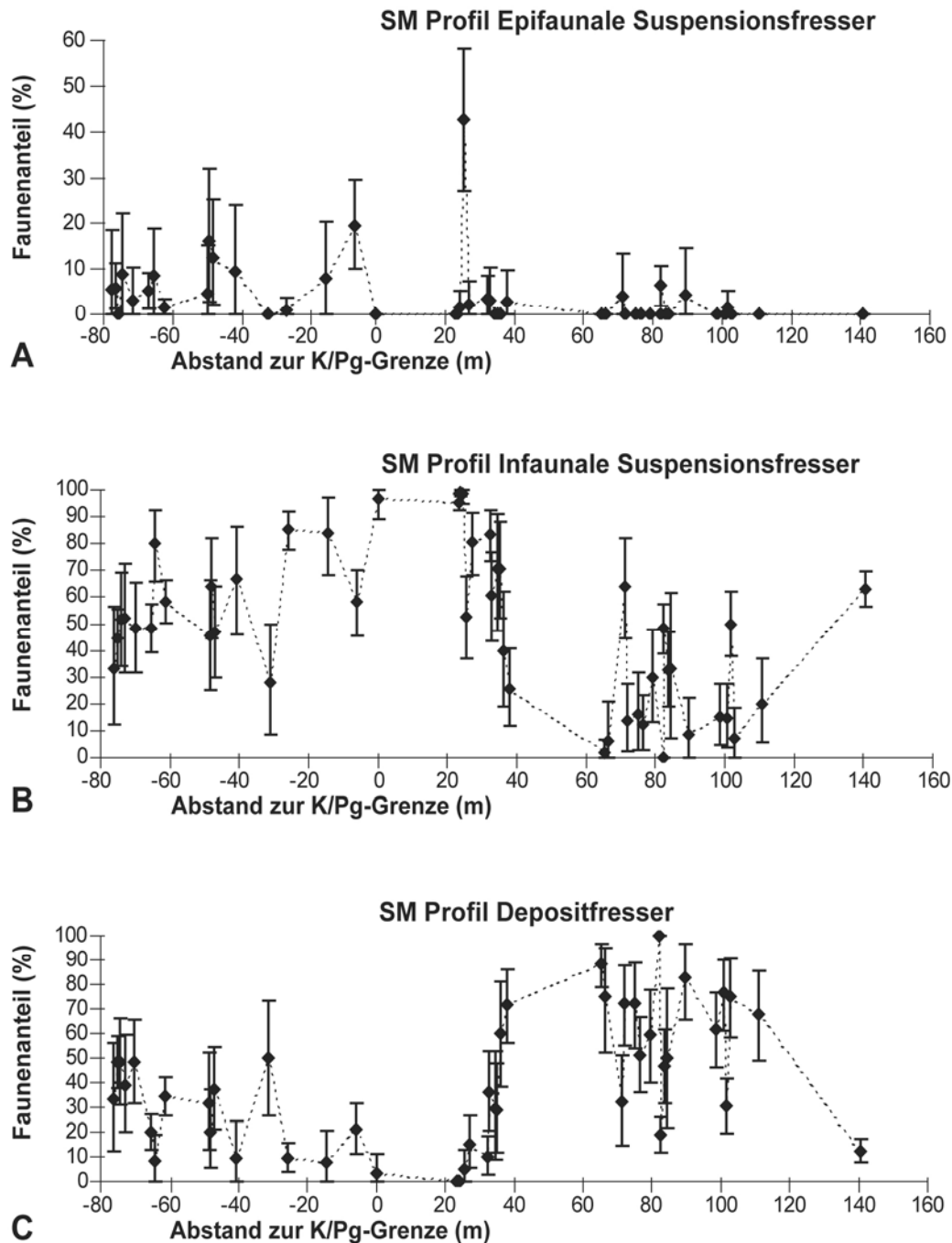


Abb. 7.16: Prozentuale Faunenanteile von Gildengruppen im Arbeitsgebiet von San Martin (SM). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. **A** Epifaunale Suspensionfresser, **B** Infaunale Suspensionsfresser, **C** Depositfresser.

Unter den Oberflächen-Depositfressern sind die tief-infaunalen Telliniden nur im Maastrichtium nachgewiesen. Sie fehlen dort nur in zwei Probenhorizonten und erreichen prozentuale Anteile von 3,2 bis 21,7% (MW = 11,0%). In den meisten Probenhorizonten des Maastrichtiums dominieren allerdings die flach-infaunalen Aporrhaiden unter den Oberflächen-Depositfressern. Ihre prozentualen Anteile reichen von 2,9 bis 28,8% (MW = 16,1%), in

lediglich einem Probenhorizont des Maastrichtiums konnten sie nicht nachgewiesen werden. Im Danium treten sie erst ab 27 m über der K/Pg-Grenze auf, und in den fünf Probenhorizonten zwischen etwa 84 und 101 m über der K/Pg-Grenze fehlen sie. Ansonsten erreichen sie in den Danium-Probenhorizonten prozentuale Anteile von 3,6 bis 29,4% (MW = 11,9%). Die Probenhorizonte ab etwa 36 m über der K/Pg-Grenze werden zum Großteil deutlich von infaunalen Depositfressern dominiert (Abb. 7.16 C), während die Oberflächen-Depositfresser vor allem im Maastrichtium die dominierende Gruppe der Depositfresser sind.

Bei den karnivoren Mollusken fällt auf, dass epifaunale Formen in mehr Probenhorizonten nachgewiesen sind als flach-infaunale Vertreter. Letztere sind in den Probenhorizonten von 14,5 m unter der K/Pg-Grenze bis etwa 75 m über der K/Pg-Grenze nicht nachgewiesen.

7.4.9. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium von San Martin sind flach-infaunale Suspensionsfresser mit 34,1% Faunenanteil die häufigste Gilde (Abb. 7.17 A). Auch tief-infaunale Suspensionsfresser haben mit 23,3% einen hohen Anteil an der Maastrichtium-Fauna. Die Oberflächen-Depositfresser sind im Maastrichtium sehr wichtige Faunenelemente. Unter ihnen erreichen die flach-infaunalen Aporrhaiden 14,4%, die tief-infaunalen Telliniden 9,3%. Dagegen haben die flach-infaunalen Depositfresser mit 3,3% nur einen geringen Faunenanteil. Innerhalb der Karnivoren sind epifaunale Formen mit 3,3% und infaunale mit 3,1% vertreten. Epibyssate Suspensionsfresser sind mit 7,1% Faunenanteil die bedeutendsten epifaunalen Suspensionsfresser. Zementierende epifaunale Suspensionsfresser mit 1,4% und semiinfaunale Suspensionsfresser mit 0,7% Anteil an der Maastrichtium-Fauna sind sehr seltene Faunenbestandteile. Chemosymbiotische Luciniden sind im Maastrichtium lediglich mit einem Anteil von 0,1% vorhanden. Herbivore und frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser sind nicht nachgewiesen.

Auch im Danium sind die flach-infaunalen Suspensionsfresser die häufigste Gilde, ihr Faunenanteil ist hier jedoch mit 42,7% größer als im Maastrichtium (Abb. 7.17 B). Der Anteil der flach-infaunalen Depositfresser hat sehr stark und signifikant zugenommen ($p = 0,001$) und erreicht 36,4%. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Oberflächen-Depositfresser im Danium signifikant zurückgegangen. Es sind nur noch flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser mit 7,9% enthalten ($p = 0,013$). Karnivore sind in geringeren Anteilen vorhanden, epifaunale erreichen 2,0%, infaunale 1,7% Faunenanteil. Obwohl Chemosymbionten nur mit 5,4% an der Fauna des Daniums beteiligt sind, haben sie im Vergleich zum Maastrichtium doch signifikant zugenommen ($p = 0,009$). Die tief-infaunalen Suspensionsfresser sind nur mit 1,1% vertreten, sie sind sehr stark und signifikant ($p = 0,000$) zurückgegangen. Auch die epibyssaten Suspensionsfresser haben im Danium mit 2,1% einen deutlich kleineren Faunenanteil als im Maastrichtium ($p = 0,001$). Die restlichen Gilden der Suspensionsfresser sind in noch geringeren Anteilen vorhanden, wie die zementierenden epifaunalen ($p = 0,021$) und die semiinfaunalen Suspensionsfresser mit 0,3 bzw. 0,2%, oder gar nicht nachgewiesen, wie die frei lebenden, moderat mobilen epifaunalen Suspensionsfresser. Herbivore Gastropoden sind mit 0,1% im Danium extrem selten.

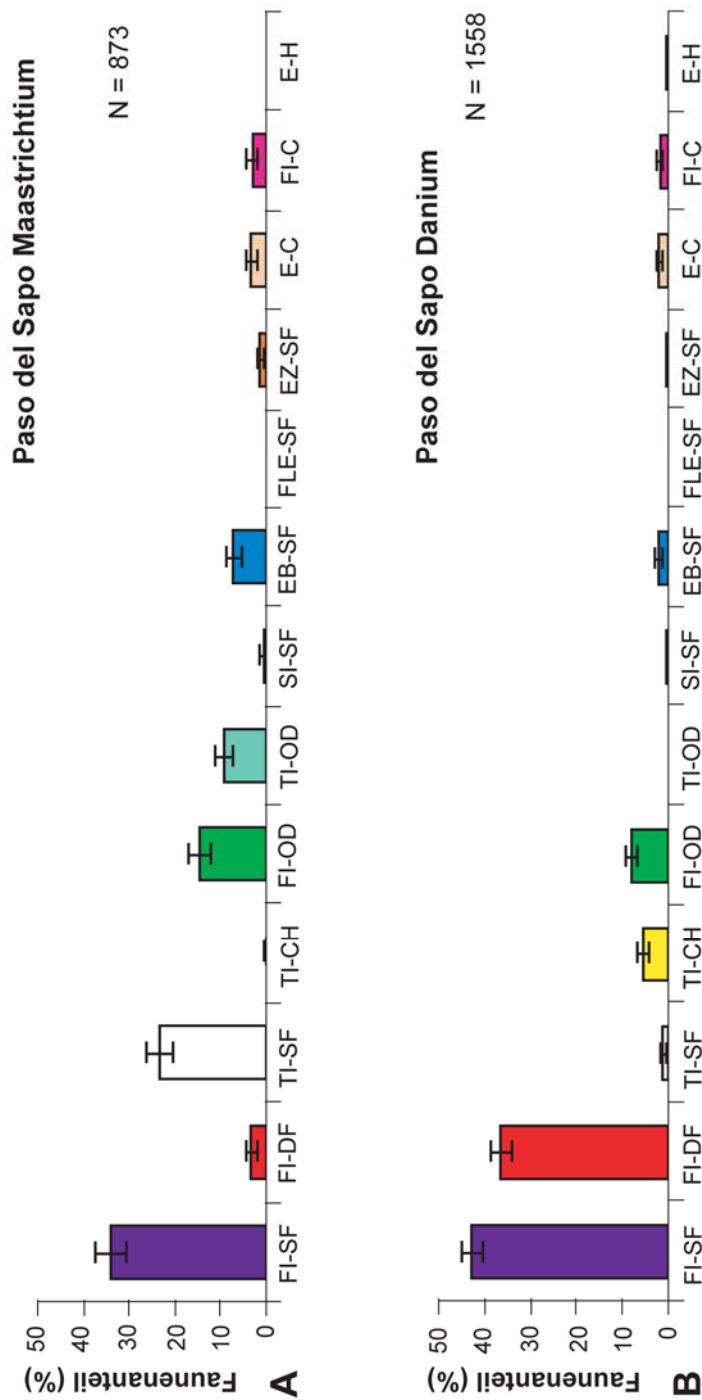


Abb. 7.17: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Gilden zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Gilden aufgetragen: Flach-infaunale Suspensionsfresser (FI-SF), Flach-infaunale Depositfresser (FI-DF), Tief-infaunale Suspensionsfresser (TI-SF), Tief-infaunale Chemosymbionten (TI-CH), Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser (FI-OB), Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser (TI-OD), Semiinfaunale Suspensionsfresser (SU-SF), Epibyssate Suspensionsfresser (EB-SF), Freilebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser (FLE-SF), Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (EZ-SF), Epifaunale Karnivore (E-C), Flach-infaunale Karnivore (FI-C), Epifaunale Herbivore (E-H). **A** Maastrichtium, **B** Danium.

7.4.10. SM Profil Tonsteine

Die infaunalen Suspensionsfresser sind im San Martin Profil in allen Tonstein-Probenhorizonten in größeren Anteilen als die epifaunalen Suspensionsfresser vorhanden. Letztere erreichen bis etwa 33 m über der K/Pg-Grenze prozentuale Anteile bis maximal 42,5%, meist jedoch nur Werte bis 5,9%. Darüber sind sie in keinem Tonstein-Probenhorizont mehr nachgewiesen. Die epibyssaten Suspensionsfresser sind hier die einzige Gilde der epifaunalen Suspensionsfresser, die nachgewiesen ist.

Die infaunalen Suspensionsfresser erreichen bis etwa 36 m über der K/Pg-Grenze 27,8 bis 70,8% Faunenanteil (MW = 49,6%). Darüber zeigt sich in den Tonsteinen des Daniums ein deutlicher Rückgang auf Werte von 7,1 bis 33,3% (MW = 18,9%).

Innerhalb der infaunalen Suspensionsfresser treten tief-infaunale Formen vor allem in den Tonsteinen des Maastrichtiums in Erscheinung, im Danium sind sie nur in einem Probenhorizont mit lediglich 2,6% nachgewiesen. Die höheren prozentualen Anteile weisen aber immer die flach-infaunalen Suspensionsfresser auf, die ihre höchsten prozentualen Anteile mit 52,5 bis 70,8% (MW = 61,3%) etwa 25 bis 35 m über der K/Pg-Grenze erreichen.

Unter den Depositfressern zeigen die infaunalen Depositfresser eine deutliche Zunahme ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze. Ab 75 m über der K/Pg-Grenze sind sie die dominierende Gilde in den Tonsteinen des Daniums und erreichen Werte von 46,3 bis 76,5% (MW = 60,5%). Innerhalb der Oberflächen-Depositfresser sind die tief-infaunalen Formen auf das Maastrichtium beschränkt. Die flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser kommen dagegen auch in den Tonstein-Probenhorizonten des Daniums vor. Die prozentualen Anteile erreichen im Danium zwar mit Werten von 3,6 bis 25,0% (MW = 9,7%) ähnliche Werte wie im Maastrichtium (6,5 bis 28,8%, MW = 20,2%), jedoch liegt die Mehrzahl der Werte im Danium zwischen 3,6 und 4,9%, und in 42% der Probenhorizonte sind keine flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser nachgewiesen. Daher haben die flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser an den Faunenassoziationen der Tonsteine des Maastrichtiums einen größeren Anteil als an denen des Daniums.

Die chemosymbiontischen Luciniden treten ab etwa 75 m über der K/Pg-Grenze in allen Tonstein-Probenhorizonten auf und erreichen prozentuale Anteile von 8,0 bis 20,9% (MW = 14,5%). Im übrigen Profil sind sie nur in einem Probenhorizont des Maastrichtiums mit 1,2% Faunenanteil nachgewiesen. Die Luciniden erreichen damit im selben Profilbereich wie die infaunalen Depositfresser ihre größten Faunenanteile. Sowohl epifaunale als auch flach-infaunale Karnivore sind im Maastrichtium in zahlreicheren Probenhorizonten als im Danium.

7.4.11. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium

Auch in den Tonsteinen des Maastrichtiums sind die flach-infaunalen Suspensionsfresser die häufigste Gilde und erreichen 32,6%. Tief-infaunale Suspensionsfresser sind mit 24,1% an der Fauna beteiligt. Die Oberflächen-Depositfresser sind in den Tonsteinen ein sehr wichtiges Faunenelement. Dabei erreichen flach-infaunale Aporrhaiden einen Anteil von 15,6% und tief-infaunale Telliniden 6,8%. Flach-infaunale Depositfresser sind nur mit 5,5% an der Fauna der Tonsteine des Maastrichtiums beteiligt. Epibyssate Suspensionsfresser haben innerhalb

der Suspensionsfresser mit 5,8% den größten Faunenanteil. Semiinfaunale Suspensionsfresser sind mit 0,9% im Maastrichtium sehr selten. Flach-infaunale Karnivore sind mit 5,9%, epifaunale Karnivore mit 2,6% vertreten. Chemosymbionten haben nur einen Anteil von 0,2%. Herbivore Gastropoden, zementierende epifaunale Suspensionsfresser und frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser sind in den Tonstein-Probenhorizonten des Maastrichtiums nicht nachgewiesen.

Im Danium sind die flach infaunalen Depositfresser mit 46,9% die häufigste Gilde und sind im Vergleich zum Maastrichtium mit einem signifikant höheren ($p = 0,002$) Anteil vorhanden. Der Faunenanteil der flach-infaunalen Suspensionsfresser ist mit 31,1% im Vergleich zum Maastrichtium nahezu unverändert. Einen im Vergleich zum Maastrichtium signifikant höheren Anteil erreichen die Chemosymbionten mit 9,7% ($p = 0,017$). Die Oberflächen-Depositfresser sind nur noch mit den flach-infaunalen Aporrhaiden vertreten, die im Gegensatz zum Maastrichtium im Danium nur 5,7% erreichen ($p = 0,032$). Epibyssate Suspensionsfresser sind mit 3,8% an der Fauna des Daniums beteiligt und haben damit im Vergleich zum Maastrichtium einen signifikant geringeren Faunenanteil ($p = 0,032$). Karnivore sind im Danium nur noch mit sehr geringen Werten vertreten, epifaunale mit 1,6%, infaunale mit 0,9%. Tief-infaunale Suspensionsfresser zeigen eine signifikante Abnahme ($p = 0,001$) und sind wie die Herbivoren mit 0,2% vertreten. Die restlichen Gilden sind in den Tonsteinen des Daniums nicht nachgewiesen.

7.4.12. SM Profil Ton- und Siltsteine

Auch unter Miteinbeziehung der Siltsteine sind die epifaunalen Suspensionsfresser in allen Probenhorizonten in meist deutlich geringeren Anteilen vorhanden als die infaunalen Suspensionsfresser. Ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze sind keine epifaunalen Suspensionsfresser mehr nachgewiesen.

Innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser treten in den Siltsteinen des Maastrichtiums neben den epibyssaten Suspensionsfressern auch zementierende Suspensionsfresser auf, die in den Tonsteinen fehlen. Die zementierenden Suspensionsfresser erreichen nur geringe Faunenanteile von 1,7 bis 4,3%.

Die infaunalen Suspensionsfresser überwiegen auch in den Siltsteinen deutlich die epifaunalen Suspensionsfresser und das Muster ihrer Anteile gleicht dem der Tonsteine. Sie erreichen in einem Siltstein-Probenhorizont etwa 64 m unter der K/Pg-Grenze auch ihren maximalen Faunenanteil von 80,0%. Innerhalb der infaunalen Suspensionsfresser erreichen die tief-infaunalen Taxa mit 62,9% ihren höchsten prozentualen Anteil in einem Siltstein-Probenhorizont im Maastrichtium etwa 64 m unter der K/Pg-Grenze. Die Werte der tief-infaunalen Suspensionsfresser schwanken im Maastrichtium zwischen 3,0 und 62,9% (MW = 21,4%), nur in einem Probenhorizont sind sie dort nicht nachgewiesen. Die flach-infaunalen Suspensionsfresser sind in allen Probenhorizonten nachgewiesen. Ihr Muster entspricht dem der Tonstein-Probenhorizonte mit den höchsten Werten zwischen 25 und 35 m über der K/Pg-Grenze und deutlich geringeren prozentualen Anteilen im Profilabschnitt darüber.

Innerhalb der Depositfresser zeigen die flach-infaunalen Formen eine deutliche Zunahme ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze. Ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze sind sie die domi-

nierende Gilde in den Ton- und Siltsteinen des Daniums und erreichen Werte von 46,3 bis 82,7% (MW = 63,3%).

Unter den Oberflächen-Depositfressern bleiben die tief-infaunalen Telliniden auch bei Berücksichtigung der Siltsteine auf das Maastrichtium beschränkt. Dort erreichen sie, abgesehen vom untersten Probenhorizont, in dem sie nicht nachgewiesen sind, prozentuale Anteile von 5,7 bis 21,7% (MW = 13,3%). Die Aporrhaiden können im Danium nicht mehr in allen Probenhorizonten nachgewiesen werden, in 36% der Probenhorizonte fehlen sie. Ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze sind sie nur noch in geringen Anteilen bis maximal 6,9% vertreten.

Die chemosymbiontischen Luciniden treten hier ab etwa 65 m über der K/Pg-Grenze in allen Probenhorizonten auf, vorher sind sie nur in einem Probenhorizont des Maastrichtiums nachgewiesen (siehe Tonsteine). Für Karnivore gilt das Gleiche wie bereits bei den Ergebnissen für die Tonsteine dargestellt.

7.4.13. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium

Mit 31,9% sind die flach-infaunalen Suspensionsfresser im Maastrichtium die häufigste Gilde (Abb. 7.18 A). Tief-infaunale Suspensionsfresser haben einen Faunenanteil von 24,5%. Unter den Oberflächen-Depositfressern haben die flach-infaunalen Aporrhaiden einen Anteil von 15,6%, die tief-infaunalen Telliniden erreichen 10,0%. Epibyssate Suspensionsfresser sind mit 4,8% die am häufigsten vertretene Gilde der epifaunalen Suspensionsfresser. Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (0,7%) und semiinfaunale Suspensionsfresser (0,5%) sind im Maastrichtium sehr selten. Flach-infaunale Depositfresser sind nur mit 4,3% an den Maastrichtium-Faunen beteiligt. Mit 4,4 und 3,0% erreichen epifaunale und flach-infaunale Karnivore moderate Anteile. Einen extrem niedrigen Faunenanteil haben mit 0,1% die Chemosymbionten.

In den Ton- und Siltsteinen des Daniums sind die flach-infaunalen Depositfresser mit 50,8% die dominierende Gilde (Abb. 7.18 B). Sie sind im Vergleich zum Maastrichtium signifikant häufiger ($p = 0,000$). Die flach-infaunalen Suspensionsfresser erreichen mit 27,7% einen etwas geringeren Anteil als im Maastrichtium. Als dritthäufigste Gilde sind mit 10,0% die Chemosymbionten vertreten, die ebenfalls eine signifikante Zunahme ($p = 0,001$) zeigen. Die flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser haben stark abgenommen ($p = 0,010$) und erreichen nur noch 5,8% Faunenanteil. Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind im Danium nicht nachgewiesen. Epibyssate Suspensionsfresser sind mit 3,3% im Danium etwas geringer an der Fauna beteiligt ($p = 0,005$). Die folgenden Gilden sind mit geringen Faunenanteilen vertreten: epifaunale Karnivore (1,3%), flach-infaunale Karnivore (0,8%) sowie Herbivore und tief-infaunale Suspensionsfresser (je 0,2%). Letztere haben sehr stark und signifikant abgenommen ($p = 0,000$).

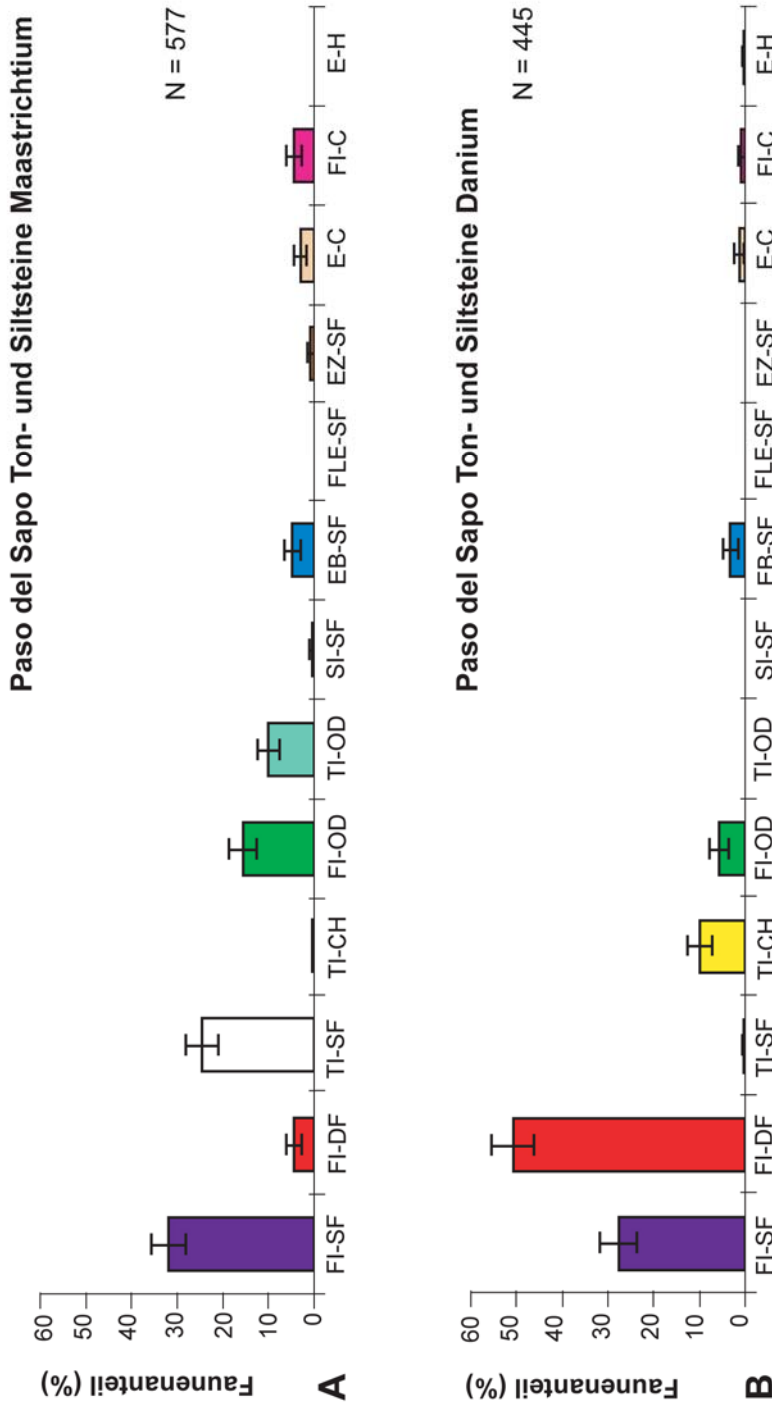


Abb. 7.18: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Gilden der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Gilden aufgetragen: Flach-infaunale Suspensionsfresser (FI-SF), Flach-infaunale Depositfresser (FI-DF), Tief-infaunale Suspensionsfresser (TI-SF), Tief-infaunale Chemosymbionten (TI-CH), Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser (FI-OB), Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser (TI-OD), Semiinfaunale Suspensionsfresser (SU-SF), Epibyssate Suspensionsfresser (EB-SF), Frei-lebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser (FLE-SF), Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (EZ-SF), Epifaunale Karnivore (E-C), Flach-infaunale Karnivore (FI-C), Epifaunale Herbivore (E-H). **A** Maastrichtium. **B** Danium.

7.4.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium

Die häufigste Gilde im Maastrichtium sind die epibyssaten Suspensionsfresser, die einen Faunenanteil von 30,5% haben (Abb. 7.19 A). Mit 21,4% sind flach-infaunale Suspensionsfresser im Maastrichtium sehr häufig vertreten. Die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser sind mit 18,1% die dritthäufigste Gilde. Tief-infaunale Suspensionsfresser erreichen einen Anteil von 7,8%. Frei lebende, moderat mobile epifaunale Suspensionsfresser haben einen Anteil von 5,6% an der Fauna des Maastrichtiums. Sowohl flach-infaunale als auch tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser sind mit 4,4% an der Maastrichtium-Fauna beteiligt. Flach-infaunale Depositfresser erreichen nur einen Wert von 2,2%. Auch epifaunale Karnivore mit 1,3% und flach-infaunale Karnivore mit 1,7% sind im Maastrichtium recht selten. Semiinfaunale Suspensionsfresser haben einen Anteil von 1,8%, Chemosymbionten sind mit 0,5% vertreten, Herbivore nur mit 0,3%.

Im Danium sind die flach-infaunalen Suspensionsfresser mit 23,4% die häufigste Gilde (Abb. 7.19 B). Fast genauso häufig sind zementierende epifaunale Suspensionsfresser mit 22,1% Faunenanteil. Eine im Vergleich zum Maastrichtium starke und signifikante Zunahme ($p = 0,000$) zeigen die flach-infaunalen Depositfresser, die mit 21,1% an der Fauna des Daniums beteiligt sind. Deutlich abgenommen haben dagegen die epibyssaten Suspensionsfresser mit 14,9% ($p = 0,000$). Die Chemosymbionten haben sehr stark und signifikant zugenommen ($p = 0,000$) und erreichen einen Faunenanteil von 9,6%. Während die tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser im Danium nicht mehr nachgewiesen sind, bleibt der Anteil der flach-infaunalen Oberflächen-Depositfresser mit 4,6% nahezu unverändert. Epifaunale Karnivore sind mit 2,0% vertreten, flach-infaunale Karnivore mit 1,4%. Tief-infaunale Suspensionsfresser haben nur einen Faunenanteil von 0,8% und haben damit signifikant abgenommen ($p = 0,000$). Semiinfaunale Suspensionsfresser, die eine signifikante Abnahme zeigen ($p = 0,015$), und Herbivore sind mit jeweils 0,1% an der Fauna des Daniums beteiligt.

7.4.15. Zusammenfassung Gilden

Einige Gilden zeigen im Vergleich zwischen Maastrichtium und Danium deutliche Unterschiede. Insgesamt besonders stark betroffen sind unter den Suspensionsfressern epibyssate, tief-infaunale und semiinfaunale Formen, wobei letztere nur einen sehr geringen Anteil der Fauna ausmachen. Eine starke Zunahme im Danium zeigen Chemosymbionten und infaunale, mobile Depositfresser. Eine Ausnahme bildet dabei lediglich das Danium von Huantraico, wo keine Chemosymbionten nachgewiesen werden konnten. Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser treten in den Probenhorizonten des Daniums nicht auf.

In Bajo de Añelo zeigt sich an der K/Pg-Grenze ein deutlicher Rückgang der epifaunalen Suspensionsfresser. Während die epibyssaten und die frei lebenden, moderat mobilen epifaunalen Suspensionsfresser im Danium stark zurückgegangen sind bzw. nicht mehr auftreten, zeigen die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser keine große Veränderung in ihrem Faunenanteil. Unter den infaunalen Suspensionsfressern, die im Danium häufiger auftreten als im Maastrichtium, dominieren die flach-infaunalen Suspensionsfresser. Die Veränderungen in den Anteilen der verschiedenen Gilden sind langanhaltend. In Bajo de Añelo werden

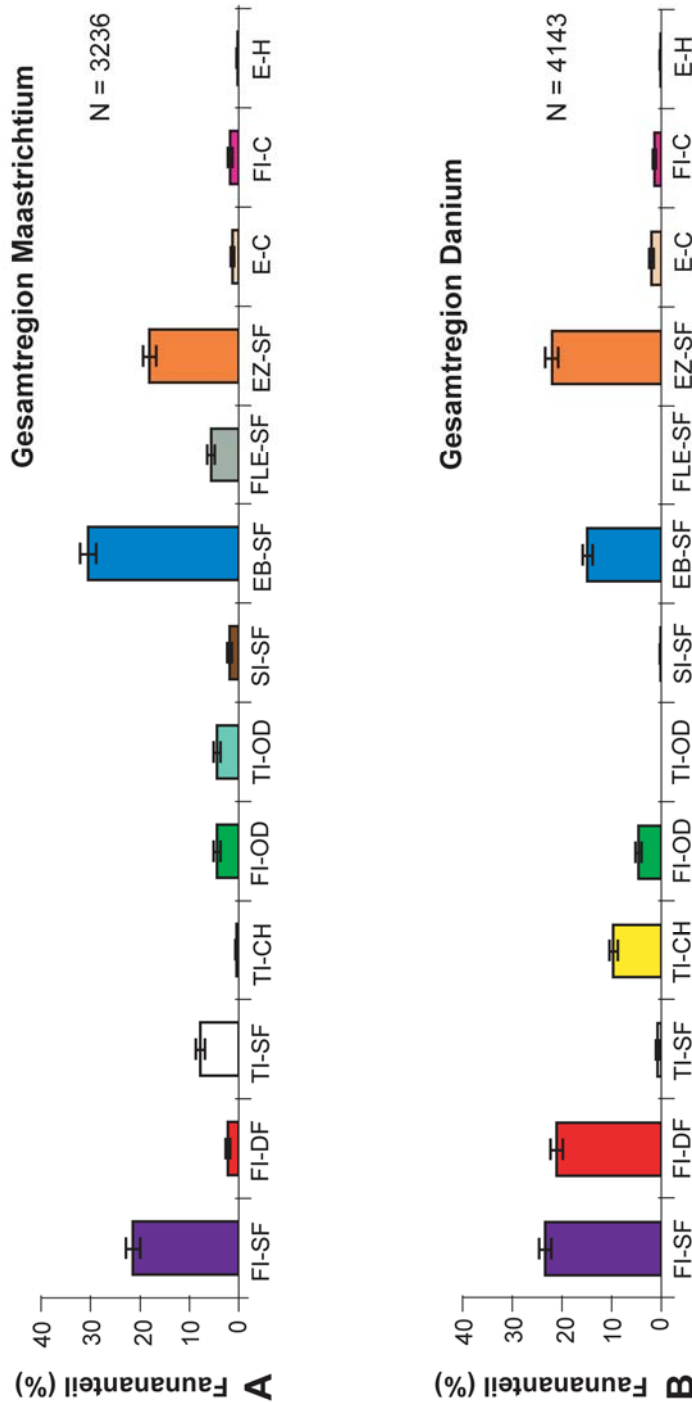


Abb. 7.19: Vergleich der prozentualen Faunenanteile aller Gilden zwischen Maastrichtium und Danium der Gesamtregion. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Gilden aufgetragen: Flach-infaunale Suspensionsfresser (FI-SF), Flach-infaunale Depositfresser (FI-DF), Tief-infaunale Suspensionsfresser (TI-SF), Tief-infaunale Chemosymbionten (TI-CH), Flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser (FI-OB), Tief-infaunale Oberflächen-Depositfresser (TI-OD), Semiinfaunale Suspensionsfresser (SU-SF), Epibyssate Suspensionsfresser (EB-SF), Frei-lebende, moderat mobile, epifaunale Suspensionsfresser (FLE-SF), Zementierende epifaunale Suspensionsfresser (EZ-SF), Epifaunale Karnivore (E-C), Flach-infaunale Karnivore (FI-C), Epifaunale Herbivore (E-H). **A** Maastrichtium, **B** Danium.

erst im obersten Profilabschnitt ab etwa 23 m über der K/Pg-Grenze dem Maastrichtium ähnliche Faunenanteile beobachtet.

In San Martin sind ähnliche Veränderungen der Faunen zu beobachten. Die Abnahme der infaunalen Suspensionsfresser und die Zunahme der infaunalen, mobilen Depositfresser findet hier etwa 35 m über der K/Pg-Grenze statt. Im Danium sind auch dort die epifaunalen Suspensionsfresser noch seltener als im Maastrichtium und ab etwa 35 m über der K/Pg-Grenze fast komplett verschwunden. Die Analysen der Tonsteine und der Ton- und Siltsteine ergeben ein ganz ähnliches Muster, wobei in den Tonsteinen die epifaunalen Suspensionsfresser ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze komplett fehlen.

7.5. Mobilität

Hier sind neben der Berücksichtigung der gesamten Benthosfauna auch die Ergebnisse unter Ausschluss der Depositfresser und Chemosymbionten dargestellt. Im Gegensatz zu den vorherigen Analysen werden die mittleren Mobilitäten der jeweiligen Probenhorizonte und nicht die prozentualen Faunenanteile betrachtet. Nur bei den Vergleichen zwischen Maastrichtium und Danium finden prozentuale Anteile der Mobilitäts-Kategorien Berücksichtigung.

7.5.1. BJB Profil Gesamtfaua

Die mittlere Mobilität zeigt in diesem Profil ein extrem unregelmäßiges Muster. Im Bereich der K/Pg-Grenze ist keine deutliche Änderung der Mobilität zu beobachten. Im Danium ist zwischen etwa 2 und 9 m über der K/Pg-Grenze ein Trend zu einer geringeren Mobilität vorhanden.

Die 2 m Intervalle zeigen an der K/Pg-Grenze eine schwache Zunahme der Mobilität. Zwischen 3 und 7 m über der K/Pg-Grenze und am oberen Profilende geht die mittlere Mobilität deutlich zurück. Bereits im Maastrichtium ist bei 5 und 7 m unter der K/Pg-Grenze eine Abnahme der Mobilität zu erkennen.

7.5.2. BJB Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Trotz des sehr unregelmäßigen Kurvenverlaufs zeigt sich im Verlauf des Daniums eine Abnahme der Mobilität. Dies wird deutlich, wenn die Ergebnisse der 2 m Intervalle betrachtet werden.

7.5.3. OP Profil Gesamtfaua

In diesem Profil zeigt sich ein unregelmäßiges Muster bei der Betrachtung der mittleren Mobilität. Ein etwas klareres Muster ergibt sich, wenn man den Trend der Werte benutzt. Hier lässt sich bis 14 m über der K/Pg-Grenze eine Zunahme der Mobilität feststellen, bevor der Trend sehr unregelmäßig wird. Die Ergebnisse der Zusammenfassung in 2 m Intervalle ergibt ein sehr ähnliches Muster.

7.5.4. OP Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Ohne Depositfresser und Chemosymbionten ergibt sich ein klareres Muster. Nach einem Abfall an der K/Pg-Grenze geht der Trend im Laufe des Daniums zu kontinuierlich höheren Werten für die mittlere Mobilität der Probenhorizonte. Die Kurve für die 2 m Intervalle liefert ein ähnliches Muster.

7.5.5. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle Gesamtfau

Hier ist im Bereich der K/Pg-Grenze keine deutliche Änderung der Mobilität festzustellen (Abb. 7.20 A). Im Maastrichtium ist 5 m unter der K/Pg-Grenze eine Abnahme der Mobilität zu beobachten, ebenso im Danium bei 7, 15 und 23 m über der K/Pg-Grenze. Dennoch geht im Danium der Trend hin zu größerer Mobilität.

7.5.6. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind immobile Benthosorganismen mit 52,9% am häufigsten (Abb. 7.21 A). Fakultativ mobile Organismen haben einen Anteil von 38,7% an der Fauna. Mit 8,4% haben mobile Vertreter den geringsten Anteil.

Im Danium sind die immobilen Benthonten trotz einer geringen Abnahme mit 48,2% immer noch am häufigsten (Abb. 7.21 B). Fakultativ mobile Organismen sind auch etwas zurückgegangen und haben einen Faunenanteil von 31,4%. Einen im Vergleich zum Maastrichtium signifikant ($p = 0,000$) höheren Anteil weisen die mobilen Benthonten auf, die im Danium mit 20,4% vertreten sind.

7.5.7. Bajo de Añelo (BJG, BJGB, OP) 2 m Intervalle ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Neben dem deutlichen Rückgang der Mobilität bei 7 m unter der K/Pg-Grenze lässt sich hier auch schon im letzten Intervall des Maastrichtiums ein leichter Rückgang feststellen, bevor die Werte bis 7 m über der K/Pg-Grenze weiter kontinuierlich abnehmen (Abb. 7.20 B). Im weiteren Verlauf des Daniums ist trotz der Schwankungen der Werte eine kontinuierliche Zunahme der mittleren Mobilität festzustellen.

7.5.8. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium sind die immobilen Benthonten mit 55,1% die häufigste Gruppe (Abb. 7.21 C). Fakultativ mobile Benthonten haben einen Faunenanteil von 38,8%. Den mit Abstand geringsten Anteil an der Fauna des Maastrichtiums haben die mobilen Benthosorganismen mit 6,1%.

Immobilie Benthonten sind im Danium noch stärker dominierend als im Maastrichtium und erreichen einen Faunenanteil von 64,1% (Abb. 7.21 D). Dagegen hat der Faunenanteil der fakultativ mobilen Benthonten signifikant auf 27,3% abgenommen ($p = 0,033$). Mobile Benthosorganismen sind mit 8,6% im Danium etwas häufiger als im Maastrichtium ($p = 0,028$).

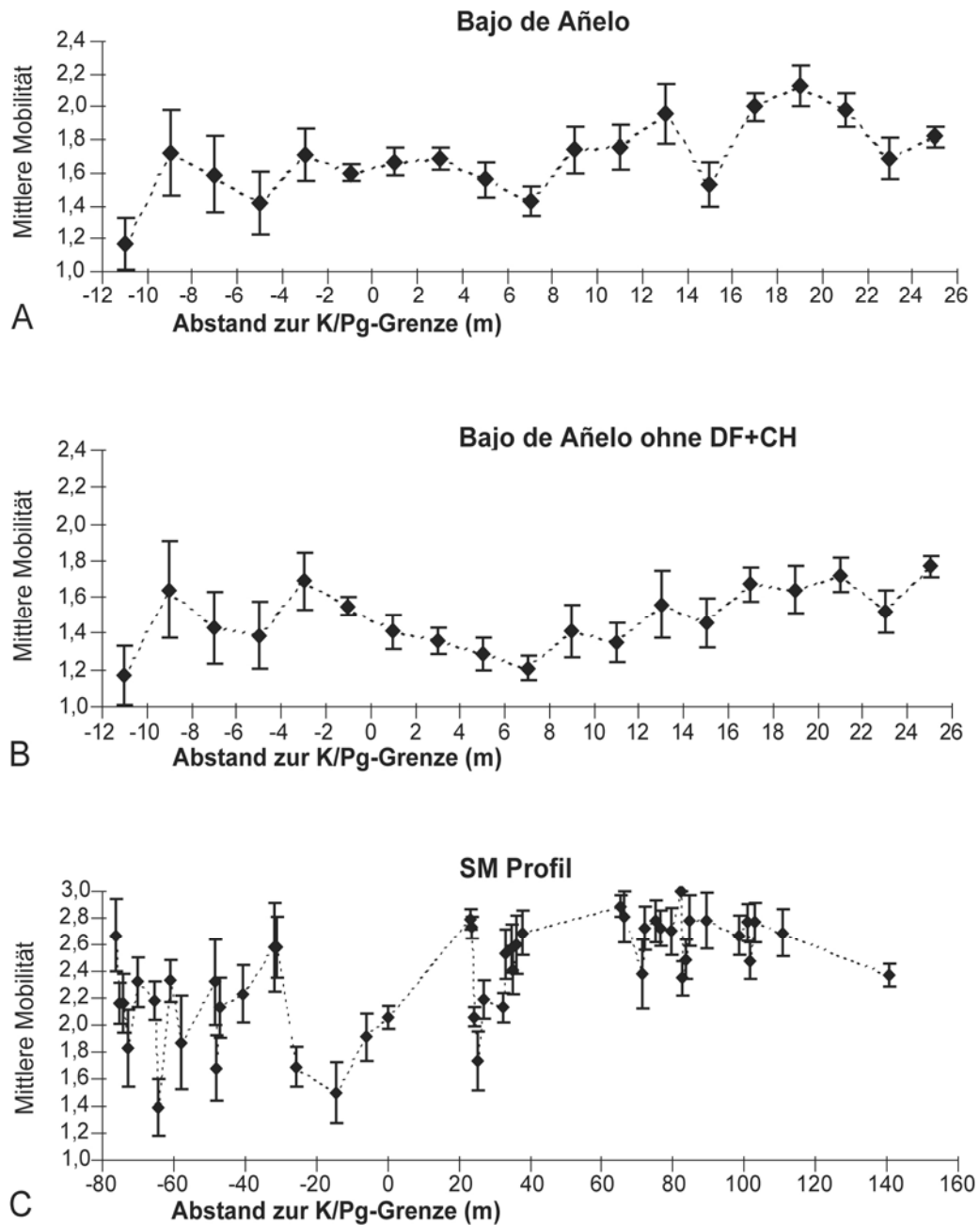


Abb. 7.20: Mittlere Mobilität in den jeweiligen Probenhorizonten verschiedener Profile. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen. **A** Bajo de Añelo (2 m Intervalle), **B** Bajo de Añelo (2 m Intervalle) ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **C** San Martin Profil (SM).

7.5.9. HU Profil Gesamtfaua

Die Entwicklung der Mobilität zeigt in diesem Profil keinen einheitlichen Trend. Bei etwa 17 m unter der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Rückgang der Mobilität feststellbar. Im Danium schwankt die Mobilität sehr stark.

7.5.10. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium

Die häufigste Gruppe im Maastrichtium sind die immobilen Benthonten mit 46,9% (Abb. 7.21 E). Fakultativ mobile Benthosorganismen sind mit 39,1% an der Maastrichtium-Fauna beteiligt. Mobile Benthonten haben nur einen Faunenanteil von 14,0%.

Im Danium sind die immobilen Benthonten mit 54,8% an der Fauna beteiligt (Abb. 7.21 F). Die fakultativ mobilen Benthonten sind im Vergleich zum Maastrichtium mit einem signifikant niedrigeren Anteil von 21,4% vertreten ($p = 0,023$). Die mobilen Benthonten sind etwas häufiger als diese und haben einen Faunenanteil von 23,8%.

7.5.11. HU Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Auch ohne Depositfresser und Chemosymbionten ist im Profilverlauf eine sehr unregelmäßige Mobilitätsentwicklung zu beobachten, die sich nicht wesentlich vom Muster der Gesamtfaua unterscheidet.

7.5.12. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium sind die immobilen Benthosorganismen mit 50,4% an der Fauna beteiligt. Fakultativ mobile Benthonten sind mit 37,5% und mobile Benthonten mit 12,2% vertreten.

Im Danium ist der Anteil der immobilen Benthonten mit 60,3% noch etwas höher als im Maastrichtium. Mit 20,2% Faunenanteil sind die mobilen Benthonten häufiger vertreten als im Maastrichtium. Dagegen sind die fakultativ mobilen Benthosorganismen mit 19,6% im Danium signifikant ($p = 0,015$) zurückgegangen.

7.5.13. SM Profil Gesamtfaua

In diesem Profil ist ein kompliziertes Muster der Mobilitätsentwicklung festzustellen (Abb. 7.20 C). Zwischen etwa 26 und 14,5 m unter der K/Pg-Grenze ist ein deutlicher Rückgang der Mobilität zu beobachten. Über die K/Pg-Grenze hinweg steigen die Werte an, bevor bei etwa 24 m über der K/Pg-Grenze ein deutlicher Rückgang zu erkennen ist. Anschließend schwankt die mittlere Mobilität sehr stark, bewegt sich allerdings auf einem hohen Niveau. Der Trend zeigt also im Danium einen Anstieg der Mobilität bis etwa 65 m über der K/Pg-Grenze, wonach das Niveau gleich bleibt.

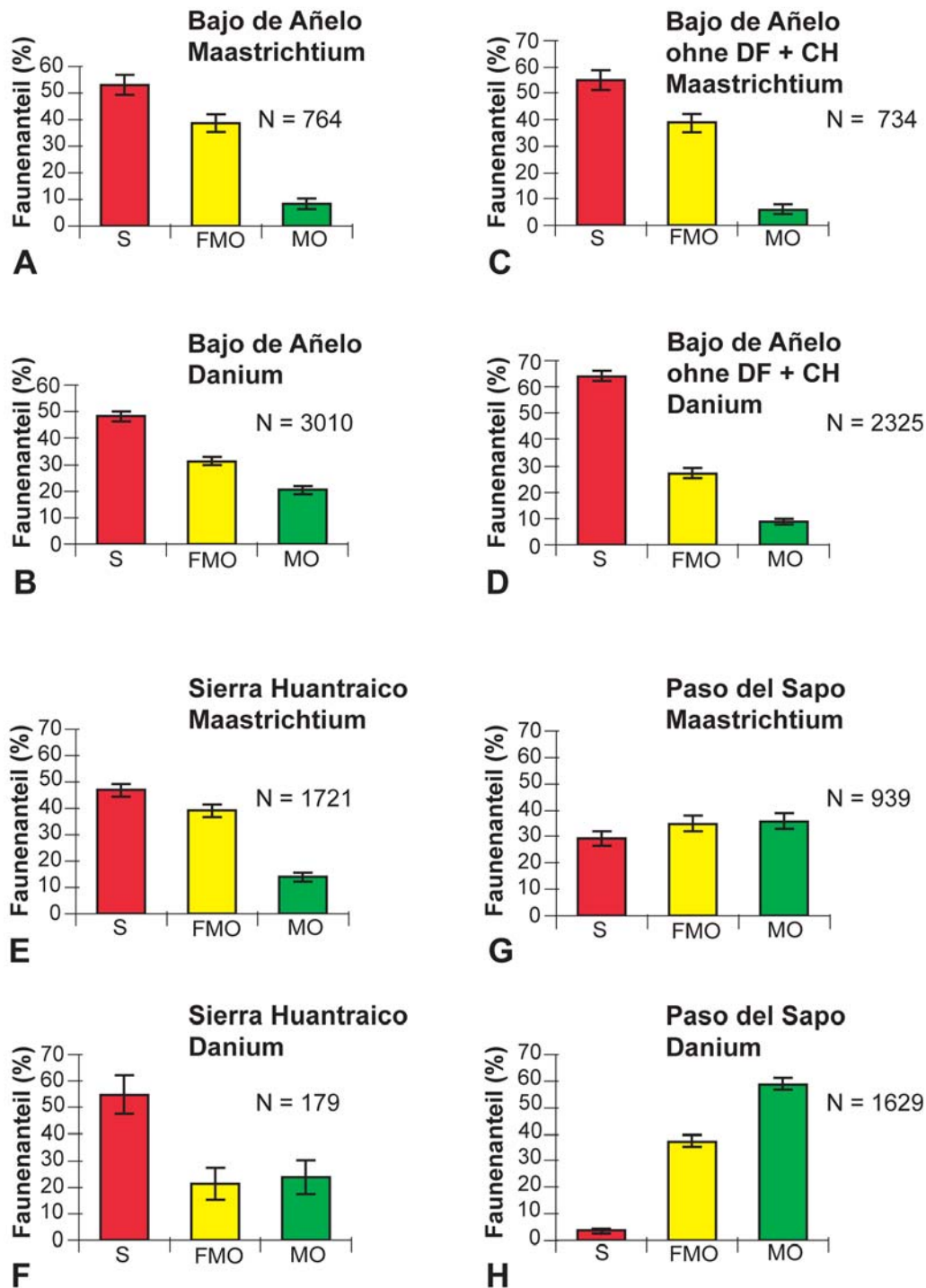


Abb. 7.21: Vergleich der prozentualen Faunenanteile der verschiedenen Mobilitäten zwischen Maastrichtium und Danium der verschiedenen Arbeitsgebiete. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Mobilitäten aufgetragen: Stationär (S), Fakultativ mobil (FMO), Mobil (MO). **A** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **B** Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **C** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **D** Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **E** Maastrichtium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **F** Danium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **G** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **H** Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo.

7.5.14. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind alle drei Mobilitätsgruppen in ähnlichen Anteilen vorhanden (Abb. 7.21 G). Mobile Benthonten haben einen Faunenanteil von 35,8%, fakultativ mobile von 34,9% und immobile Benthonten von 29,3%.

Im Danium sind die mobilen Benthonten mit 58,9% die dominierende Gruppe (Abb. 7.21 H). Sie sind im Danium signifikant häufiger als im Maastrichtium ($p = 0,003$). Fakultativ mobile Benthonten sind mit 37,5% in annähernd unverändertem Faunenanteil vorhanden. Dagegen hat der Anteil der immobilen Benthosorganismen auf 3,6% sehr stark und signifikant abgenommen ($p = 0,000$).

7.5.15. SM Profil ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Das Muster der Mobilitätsentwicklung ist ähnlich dem der Gesamtfau-
na, jedoch sind die Schwankungen ohne Depositfresser und Chemosymbionten noch größer. Der Trend zeigt auch hier eine Zunahme der Mobilität im Laufe des Daniums. Die Werte für die mittlere Mobilität liegen in den Probenhorizonten immer unter den jeweiligen Werten für die Gesamtfau-
na.

7.5.16. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium sind immobile Benthonten mit 37,4% vertreten (Abb. 7.23 A). Mit 37,1% ist der Faunenanteil der fakultativ mobilen Benthonten fast identisch. Mobile Benthonten sind mit 25,5% an der Fauna des Maastrichtiums beteiligt.

Im Danium wird die Fauna von fakultativ mobilen Benthonten dominiert, die signifikant zugenommen haben ($p = 0,001$) und mit 64,7% vertreten sind (Abb. 7.23 B). Der Anteil der mobilen Benthonten ist im Danium mit 30,4% im Vergleich zum Maastrichtium nur wenig höher. Ein sehr starker Rückgang ist bei den immobilen Benthonten zu verzeichnen ($p = 0,000$). Sie haben im Danium nur einen Anteil von 4,9%.

7.5.17. SM Profil Tonsteine Gesamtfau- na

Im letzten Tonstein-Probenhorizont des obersten Maastrichtiums und im ersten des Daniums ist eine Abnahme der Mobilität festzustellen. Etwa 33 m über der K/Pg-Grenze steigen die Werte der Mobilität deutlich an und bleiben, von geringen Schwankungen abgesehen, auf diesem Niveau.

7.5.18. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium sind die mobilen Benthosorganismen mit 50,7% die häufigste Gruppe. Fakultativ mobile und immobile Benthonten haben fast identische Faunenanteile von 24,9 bzw. 24,4%.

In den Tonsteinen des Daniums dominieren die mobilen Benthonten mit 61,8%. Fakultativ mobile Benthonten erreichen 34,2%. Der Anteil der immobilen Benthonten ist sehr stark und signifikant zurückgegangen ($p = 0,002$) und liegt bei 4,0%.

7.5.19. SM Profil Tonsteine ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium zeigen sich große Schwankungen der Mobilität, es liegen aber auch nur wenige Tonstein-Probenhorizonte vor. Im Danium ist trotz erheblicher Schwankungen ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze ein Trend zu höherer Mobilität festzustellen.

7.5.20. Paso del Sapo Tonsteine Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium sind die mobilen Benthonten mit 40,8% die häufigste Gruppe. Immobile Benthonten haben einen Faunenanteil von 31,8%. Etwas geringer ist der Anteil der fakultativ mobilen Benthonten mit 27,4%.

Im Danium sind die fakultativ mobilen Benthosorganismen mit 60,5% die dominierende Gruppe. Sie haben im Vergleich zum Maastrichtium sehr stark und signifikant zugenommen ($p = 0,011$). Im Gegensatz dazu sind die immobilen Benthonten im Danium nur noch mit 5,6% an der Fauna beteiligt. Sie haben im Vergleich zum Maastrichtium signifikant abgenommen ($p = 0,006$). Der Anteil der mobilen Benthonten liegt im Danium bei 33,8%.

7.5.21. SM Profil Ton- und Siltsteine Gesamtf fauna

Im unteren Profilabschnitt schwankt die Mobilität sehr stark (Abb. 7.22). Vor der K/Pg-Grenze nimmt die Mobilität ab, bevor sie ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze wieder deutlich höhere Werte erreicht. Im Profilabschnitt darüber bleiben die Werte mit leichten Schwankungen auf einem hohen Niveau. Betrachtet man den Trend, dann verläuft dieser bis etwa 33 m über der K/Pg-Grenze auf annähernd gleicher Höhe. Dann geht der Trend recht abrupt zu höheren Werten, die bis zum Profilende in etwa gleich bleiben.

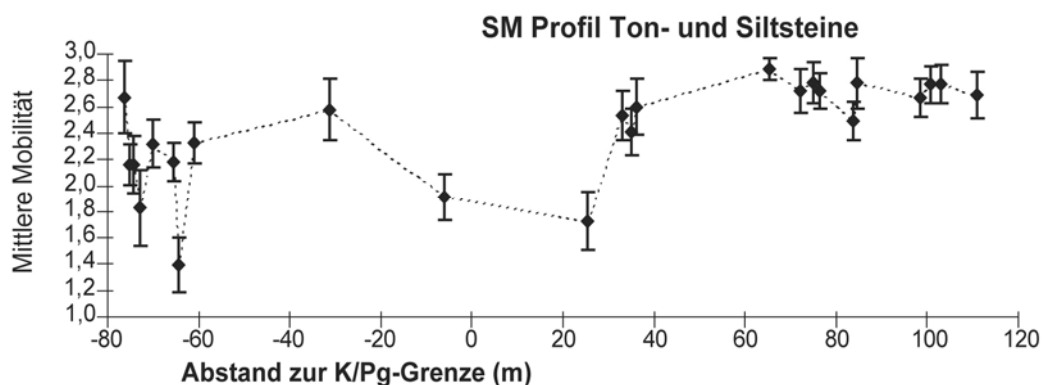


Abb. 7.22: Mittlere Mobilität in den jeweiligen Probenhorizonten der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des San Martin Profils (SM). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Standardfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen.

7.5.22. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium

In den Ton- und Siltsteinen des Maastrichtiums sind die mobilen Benthonten mit 40,9% an der Benthosfauna beteiligt (Abb. 7.23 C). Die zweithäufigste Gruppe sind die fakultativ mobilen Benthonten mit 32,7%. Immobile Benthonten sind mit 26,4% vertreten.

Im Danium liegt der Anteil der mobilen Benthonten mit 64,5% signifikant höher ($p = 0,004$) als im Maastrichtium (Abb. 7.23 D). Dagegen sind die fakultativ mobilen Benthonten, die 32,1% erreichen, im Vergleich zum Maastrichtium in fast identischer Häufigkeit vertreten. Einen sehr starken und signifikanten Rückgang ($p = 0,000$) zeigen die immobilen Benthonten, deren Anteil im Danium bei 3,4% liegt.

7.5.23. SM Profil Ton- und Siltsteine ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Hier zeigt sich ein ähnliches Muster wie bei der Analyse der Gesamtfau- na mit einem Trend zu höherer Mobilität im Profilabschnitt ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze. Die Werte der Gesamtfau- na liegen für die jeweiligen Probenhorizonte etwas höher als die Werte ohne Depositfresser und Luciniden.

7.5.24. Paso del Sapo Ton- und Siltsteine Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium haben alle drei Mobilitätsgruppen ähnliche Anteile an der Benthosfauna (Abb. 7.23 E). Die fakultativ mobilen Benthonten erreichen mit 35,9% den höchsten Anteil. Immobile Benthonten sind mit 35,0% vertreten. Den geringsten Anteil haben die mobilen Benthonten mit 29,1%.

Im Danium sind die fakultativ mobilen Benthonten mit 61,5% die dominierende Gruppe (Abb. 7.23 F). Ihr Anteil ist im Vergleich zum Maastrichtium signifikant höher ($p = 0,019$). Mobile Benthonten sind mit 33,8% Faunenanteil vertreten. Der Anteil der immobilen Benthonten liegt mit 4,7% im Danium signifikant unter dem Anteil des Maastrichtiums ($p = 0,000$).

7.5.25. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium haben die immobilen Benthonten einen Anteil von 44,1% an der Benthosfauna (Abb. 7.23 G). Fakultativ mobile Benthonten sind mit 37,8% an der Fauna beteiligt, mobile Benthonten erreichen 18,1%.

Im Danium sind alle drei Gruppen mit ähnlichen Anteilen an der Benthosfauna beteiligt (Abb. 7.23 H). Immobile Benthonten sind deutlich und signifikant ($p = 0,017$) auf 34,5% zurückgegangen. Der Anteil der fakultativ mobilen Benthonten liegt bei 32,6%. Mobile Benthonten sind im Danium signifikant ($p = 0,000$) häufiger als im Maastrichtium und haben einen Anteil von 32,9% an der Benthosfauna.

7.5.26. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium ohne Depositfresser und Chemosymbionten

Im Maastrichtium sind die immobilen Benthonten mit 48,4% die häufigste Gruppe. Fakultativ mobile Benthonten haben einen Anteil von 37,8% an der Benthosfauna. Den geringsten Faunenanteil besitzen die mobilen Benthonten mit 13,9%.

Im Danium sind die prozentualen Anteile der jeweiligen Gruppen im Vergleich zum Maastrichtium kaum verändert. Die immobilen Benthonten sind mit 45,9%, die fakultativ mobilen Benthonten mit 38,1% und die mobilen Benthonten mit 16,0% an der Benthosfauna beteiligt.

7.5.27. Zusammenfassung Mobilität

Insgesamt ist bei den Analysen der Gesamtf fauna im Danium eine Zunahme der mobilen Benthonten und eine Abnahme der immobilen Benthonten festzustellen. Diese Trends lassen sich auch in Bajo de Añelo und San Martin beobachten.

In Bajo de Añelo ist an der K/Pg-Grenze kein Einschnitt erkennbar. Während des Daniums zeigt sich dort ein Trend zu höherer Mobilität. In Huantraico und San Martin ist ein unregelmäßiger Verlauf der Mobilität zu beobachten. Die Analysen des SM Profils zeigen ab etwa 33 m über der K/Pg-Grenze einen Trend zu höheren Werten, und im oberen Profilbereich ist ein konstant hohes Mobilitätsniveau festzustellen.

Werden die Analysen ohne Depositfresser und Chemosymbionten durchgeführt, dann zeigt sich ein anderes Muster. In Bajo de Añelo und Huantraico sind die mobilen Benthonten im Danium häufiger, der Anteil der fakultativ mobilen Benthonten ist dagegen im Danium verringert. Dagegen sind in San Martin die Anteile der fakultativ mobilen Benthonten im Danium erhöht und die der immobilen Benthosorganismen haben im Danium deutlich abgenommen.

Ohne Depositfresser und Chemosymbionten ist in Bajo de Añelo an der K/Pg-Grenze und im unteren Danium ein Rückgang der mittleren Mobilität festzustellen, bevor die Werte danach kontinuierlich ansteigen. Ab etwa 13 m über der K/Pg-Grenze wird ungefähr das Niveau des obersten Maastrichtiums erreicht. In San Martin ist das Muster des Mobilitätsverlaufs ohne Depositfresser und Chemosymbionten sehr ähnlich dem der Gesamtf fauna.

Abb. 7.23 (siehe nächste Seite): Vergleich der prozentualen Faunenanteile der verschiedenen Mobilitäten zwischen Maastrichtium und Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo und der Gesamtregion. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Mobilitäten aufgetragen: Stationär (S), Fakultativ mobil (FMO), Mobil (MO). **A** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **B** Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **C** Maastrichtium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **D** Danium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **E** Maastrichtium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **F** Maastrichtium der Ton- und Siltstein-Probenhorizonte des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo ohne Depositfresser und Chemosymbionten, **G** Maastrichtium der Gesamtregion, **H** Danium der Gesamtregion.

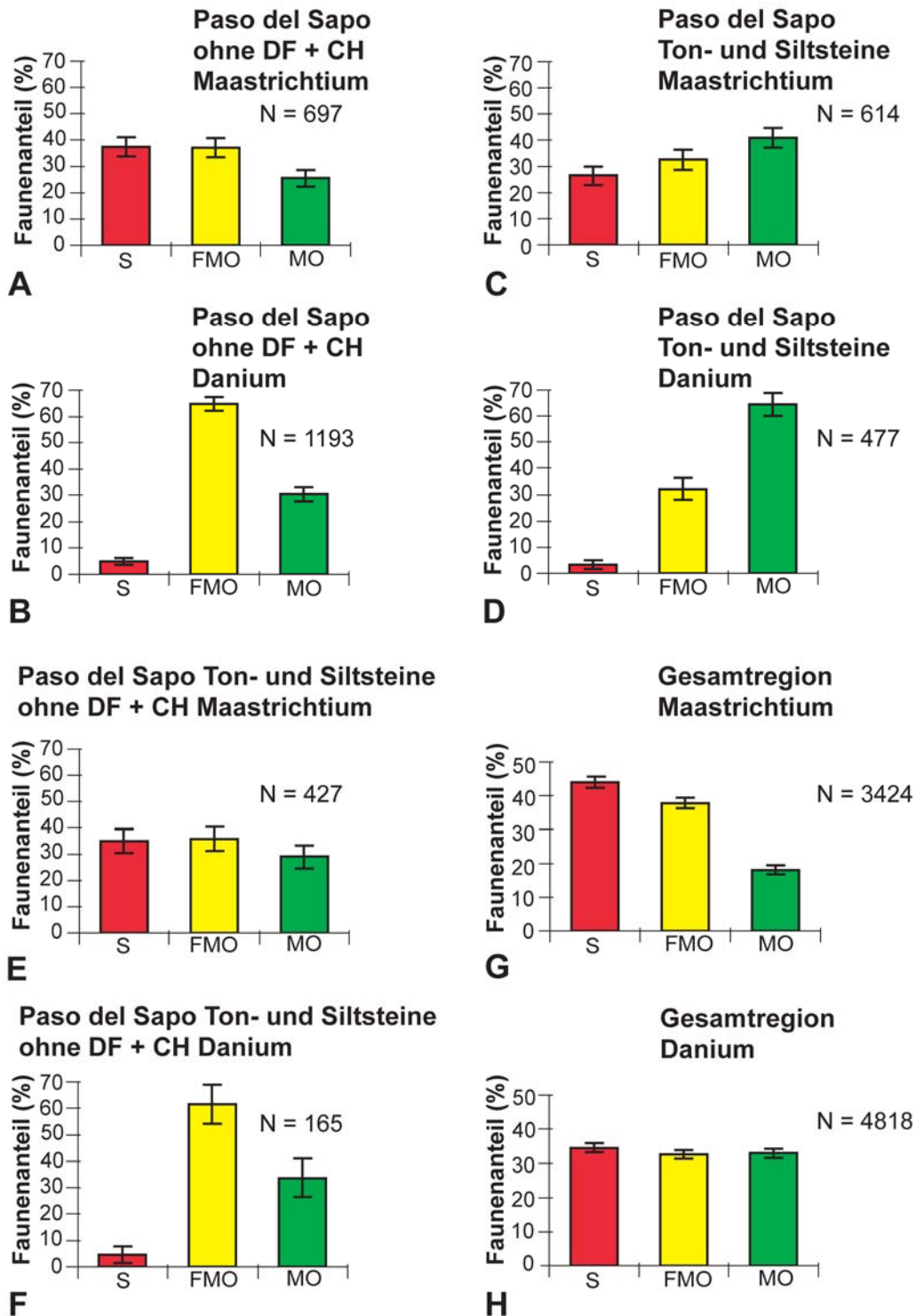


Abb. 7.23 (Legende siehe vorherige Seite)

7.6. Größe

In den Profilen von Bajo de Añelo mit den gleichförmigen Tonsteinen, die daher wahrscheinlich in einem vermutlich einheitlichen Milieu entstanden sind, wurde die Entwicklung der mittleren Größe der Faunengemeinschaften analysiert. Für die Intervalle von Bajo de Añelo (BJG und OP) ergibt sich bei Betrachtung der mittleren Größe in den Proben eine starke Abnahme an der K/Pg-Grenze (Abb. 7.24). Im gesamten Danium bleibt die mittlere Größe auf einem (signifikant) niedrigeren Niveau als im Maastrichtium (Aberhan et al. 2007).

Zwischen den Mittelwerten der geometrischen Mittel der vermessenen Maastrichtium- und Danium-Arten gibt es einen signifikanten Unterschied ($p = 0,019$) mit höheren Werten für das Maastrichtium. Werden nur die Arten von Bajo de Añelo betrachtet, existiert kein signifikanter Unterschied ($p = 0,450$). Werden nur Taxa analysiert, für die Messwerte aus Maastrichtium und Danium vorliegen (Überlebende), dann ist kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte zwischen Maastrichtium und Danium vorhanden ($p = 0,902$).

Der Vergleich der Mittleren Größe zwischen regional ausgestorbenen und überlebenden Gattungen liefert signifikant größere Werte für die regionalen Opfer des K/Pg-Ereignisses ($p = 0,030$). Außerdem ist das regionale Aussterben positiv mit der Größe korreliert ($r_s = 0,325$).

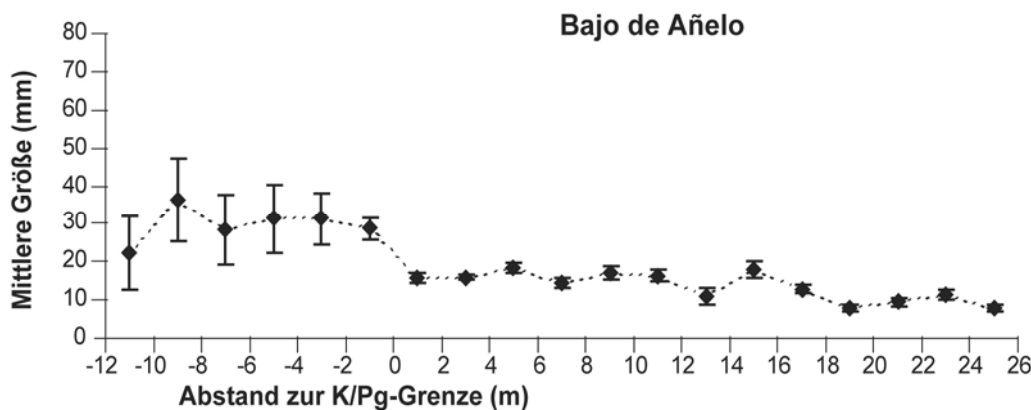


Abb. 7.24: Mittlere Größe der Faunenassoziationen im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo (2 m Intervalle). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Standardfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen.

7.7. Schalenmineralogie

Hier gilt in Bezug auf die Verwendung von prozentualen Angaben das gleiche wie für die Mobilitätsanalyse. Es werden in den jeweiligen Profilen Bivalven und Gastropoden berücksichtigt sowie zusätzlich zu diesen in einer weiteren Analyse die Korallen. Da im SM Profil keine Anthozoen vorkommen, fehlt dort die entsprechende Analyse.

7.7.1. BJB Profil

Es zeigt sich über weite Bereiche des Bajada del Jagüel Profils kein einheitlicher Trend. Vom obersten Maastrichtium zum untersten Danium ist allerdings ein Trend zu niedrigeren Werten zu erkennen, d.h. es ist eine Zunahme an Aragonitschalern zu beobachten (Abb. 7.25).

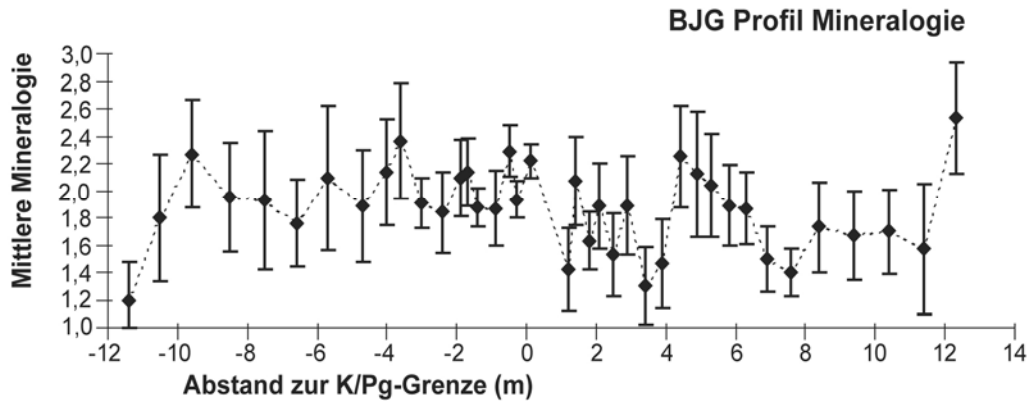


Abb. 7.25: Mittlere Mineralogie der Faunenassoziationen im Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo (2 m Intervalle). Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Standardfehler dar. Der Abstand zur K/Pg-Grenze ist auf der Abszisse aufgetragen.

7.7.2. BJB Profil ohne Korallen

Durch den Ausschluss der Korallen ändert sich der beobachtete Trend nicht. Die Werte liegen lediglich in zahlreichen Probenhorizonten des Daniums, vor allem im oberen Profilabschnitt, etwas höher als mit Korallen.

7.7.3. OP Profil

Die mittlere Mineralogie ist in den zwei Probenhorizonten des Maastrichtiums höher als in den Probenhorizonten des untersten Daniums. Der niedrigste Wert von 1,0 wird im ersten Probenhorizont des Daniums erreicht. Nach einem kontinuierlichen Anstieg bis etwa 6 m über der K/Pg-Grenze ist für die weitere Entwicklung der Mineralogie im Danium kein einheitlicher Trend erkennbar.

7.7.4. OP Profil ohne Korallen

Die Schalenmineralogie unter Ausschluss der Korallen zeigt prinzipiell das gleiche Muster wie unter Einbeziehung der Korallen. Es ergeben sich vor allem in den ersten Probenhorizonten des Daniums höhere Werte, wodurch die Schwankungen der Werte im Danium etwas geringer sind.

7.7.5. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium ist Mineralogie 2 (gemischt Aragonit/Calcit) mit 41,3% am häufigsten vertreten (Abb. 7.26 A). Mineralogie 3 (Niedrig-Mg-Calcit dominierend) hat einen Anteil von

29,7%. Einen fast identischen Faunenanteil erreicht Mineralogie 1 (Aragonit oder Hoch-Mg-Calcit) mit 28,9%.

Im Danium ist Mineralogie 1 die dominierende Gruppe und hat mit 60,0% gegenüber dem Maastrichtium signifikant ($p = 0,000$) zugenommen (Abb. 7.26 B). Der Anteil von Mineralogie 3 ist dagegen mit 27,0% im Vergleich zum Maastrichtium unwesentlich geringer. Eine sehr starke und signifikante Abnahme ($p = 0,000$) ist bei Mineralogie 2 festzustellen, ihr Faunenanteil beträgt im Danium nur noch 13,0%. Der Mittelwert der Schalenmineralogie beträgt im Maastrichtium 2,01, im Danium 1,67.

7.7.6. Bajo de Añelo Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen

Im Maastrichtium sind die Faunenanteile der drei Gruppen identisch mit denen der Analyse, welche die Korallen beinhaltet, da im Maastrichtium keine Korallen nachgewiesen sind.

Im Danium dominiert auch unter Nichtberücksichtigung der Korallen die Mineralogie 1 mit 55,2% Faunenanteil, was einer signifikanten Zunahme ($p = 0,000$) im Vergleich zum Maastrichtium entspricht. Mineralogie 3 hat mit 31,1% schwach zugenommen. Die Abnahme des Faunenanteils von Mineralogie 2 auf 13,7% ist stark und signifikant ($p = 0,000$). Der Mittelwert der Schalenmineralogie beträgt im Maastrichtium 2,01, im Danium 1,76.

7.7.7. HU Profil

Im Profil von Huantraico schwankt die mittlere Mineralogie der Probenhorizonte im Maastrichtium sehr schwach um Werte von 1,5. Etwa 17 m unter der K/Pg-Grenze ist ein deutlich höherer Wert von 2,75 zu beobachten, was auf das massenhafte Auftreten von Austern zurückzuführen ist. Die wenigen Probenhorizonte des Daniums zeigen große Schwankungen der mittleren Mineralogie.

7.7.8. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium ist Mineralogie 1 mit 49,1% am häufigsten vertreten (Abb. 7.26 C). Mineralogie 2 hat einen Faunenanteil von 35,8%. Mineralogie 3 ist mit 15,1% an der Fauna beteiligt.

Im Danium ist Mineralogie 1 dominierend und erreicht einen Faunenanteil von 64,1% (Abb. 7.26 D). Mineralogie 3 hat im Vergleich zum Maastrichtium ebenfalls einen erhöhten Faunenanteil, sie ist mit 35,9% an der Fauna des Daniums beteiligt. Mineralogie 2 ist in den Probenhorizonten des Daniums nicht nachgewiesen. Der Mittelwert der Mineralogie beträgt im Maastrichtium 1,66, im Danium 1,72.

7.7.9. HU Profil ohne Korallen

Die Nichtberücksichtigung der Korallen ergibt keine wesentlichen Änderungen in der mittleren Mineralogie. Es sind nur in den drei obersten Probenhorizonten des Daniums höhere Werte zu beobachten.

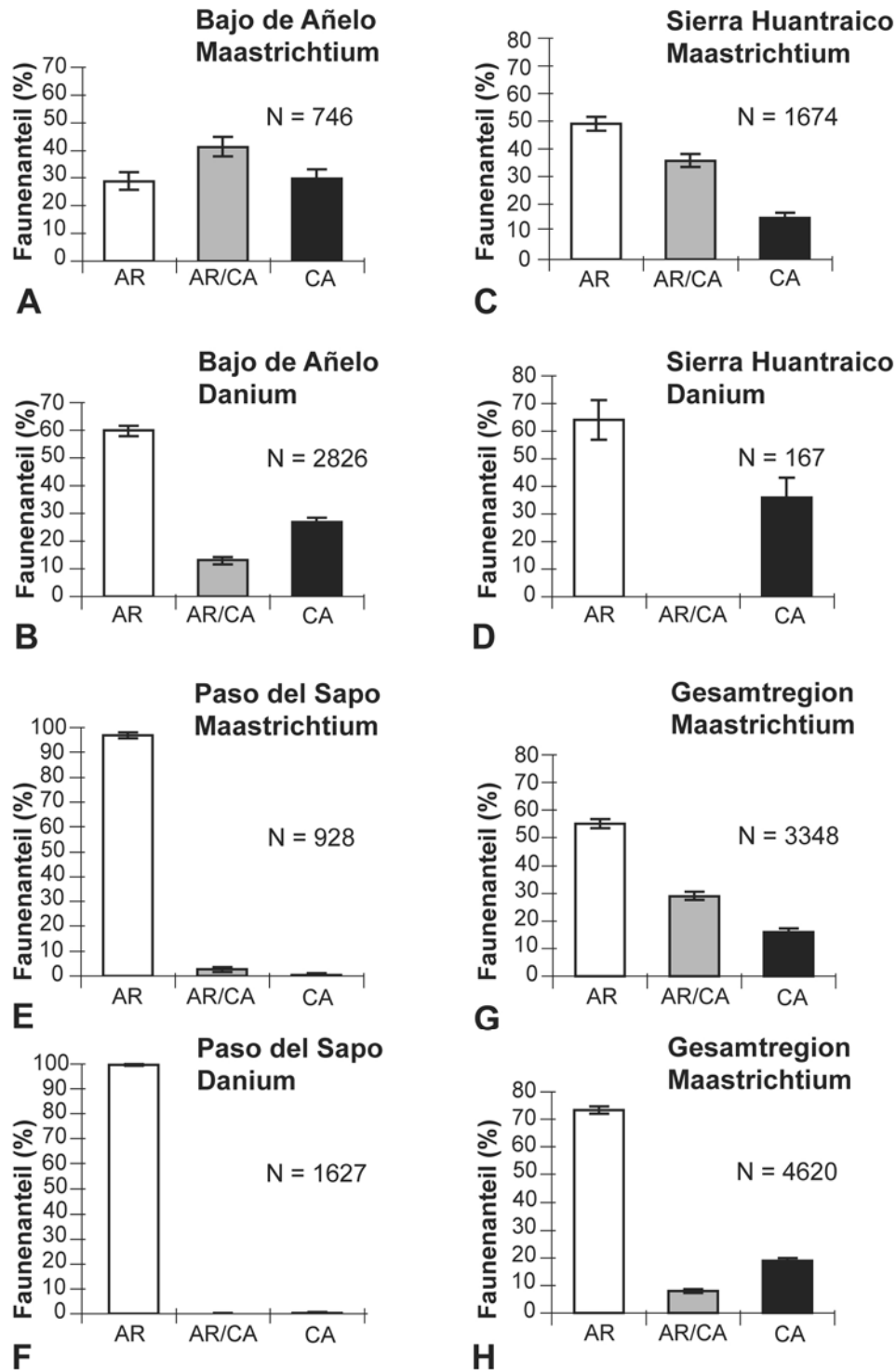


Abb. 7.26: Vergleich der prozentualen Faunenanteile der Mineralogien zwischen Maastrichtium und Danium verschiedener Arbeitsgebiete. Die Prozentwerte für Maastrichtium bzw. Danium ergeben sich aus den Mittelwerten aller berücksichtigter Probenhorizonte der jeweiligen Stufe. Fehler stellen 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar. Auf der Abszisse sind die verschiedenen Mineralogien aufgetragen: Aragonit/Hoch-Mg-Calcit (AR), gemischt Aragonit/Niedrig-Mg-Calcit (AR/CA), Niedrig-Mg-Calcit (CA). **A** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **B** Danium des Arbeitsgebietes von Bajo de Añelo, **C** Maastrichtium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **D** Danium des Arbeitsgebietes der Sierra Huantraico, **E** Maastrichtium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **F** Danium des Arbeitsgebietes von Paso del Sapo, **G** Maastrichtium der Gesamtregion, **H** Danium der Gesamtregion.

7.7.10. Sierra Huantraico Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen

Im Maastrichtium sind die Werte identisch mit den Werten im Maastrichtium unter Mitbeziehung der Korallen. Im Danium ist Mineralogie 1 mit 58,8% an der Fauna beteiligt ($p = 0,000$). Mineralogie 3 hat einen Faunenanteil von 41,2%. Mineralogie 2 ist im Danium nicht nachgewiesen. Der Mittelwert der Mineralogie beträgt im Maastrichtium 1,66, im Danium 1,82.

7.7.11. San Martin Profil

Die Werte für die mittlere Mineralogie der verschiedenen Probenhorizonte schwanken in diesem Profil nur sehr schwach. Sie bewegen sich mit Werten zwischen 1,00 und 1,12 durchweg auf einem sehr geringen Niveau, das im gesamten Profil ganz klar von Mineralogie 1, den Aragonitschalern, dominiert wird. Im Maastrichtium sind die Schwankungen größer als im Danium, wo 83% der Probenhorizonte den Minimalwert von 1,00 aufweisen.

7.7.12. Paso del Sapo Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium von San Martin hat Mineralogie 1 einen Faunenanteil von 96,7% (Abb. 7.26 E). Mineralogie 2 ist mit 2,7% an der Fauna beteiligt, Mineralogie 3 nur mit 0,6%.

Im Danium ist der Anteil von Mineralogie 1 mit 99,6% signifikant höher als im Maastrichtium ($p = 0,000$) (Abb. 7.26 F). Signifikant ($p = 0,000$) abgenommen hat der Anteil von Mineralogie 2, der im Danium nur 0,1% beträgt. Der Anteil von Mineralogie 3 hat sich im Vergleich zum Maastrichtium halbiert und liegt im Danium bei 0,3%. Der Mittelwert der Mineralogie beträgt im Maastrichtium 1,04, im Danium 1,01.

7.7.13. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium

Im Maastrichtium ist Mineralogie 1 mit 55,1% am häufigsten (Abb. 7.26 G). Mineralogie 2 hat einen Faunenanteil von 29,0%. Mit 15,9% ist Mineralogie 3 im Maastrichtium vertreten.

Im Danium beträgt der Anteil von Mineralogie 1 73,3% und hat damit signifikant zugenommen ($p = 0,000$) (Abb. 7.26 H). Mineralogie 2 ist mit 7,9% signifikant ($p = 0,000$) zurückgegangen. Mineralogie 3 ist mit 18,8% an der Danium-Fauna beteiligt.

7.7.14. Gesamtregion Maastrichtium vs. Danium ohne Korallen

Unter Ausschluss der Korallen ergeben sich nur geringfügige Unterschiede, da sie nur in wenigen Profilen einen größeren Anteil an der Fauna stellen.

7.7.15. Zusammenfassung Schalenmineralogie

Insgesamt zeigt sich beim Vergleich von Maastrichtium und Danium eine signifikante Zunahme von Mineralogie 1 im Danium. Mineralogie 2 dagegen ist im Danium mit signifikant niedrigeren Werten vertreten.

Der Trend zu einem höheren Anteil der Mineralogie 1 (vorwiegend Aragonit) im Danium ist in allen Profilen zu beobachten. Selbst in San Martin, wo bereits im Maastrichtium der

Großteil der Fauna Mineralogie 1 zuzuordnen ist, ist der Anteil von Mineralogie 1 im Danium nochmals signifikant erhöht.

7.8. Zusammenfassung Paläoökologie

In allen Arbeitsgebieten sind epifaunale Benthosorganismen im Danium seltener als im Maastrichtium. Während Suspensionsfresser im Maastrichtium in höheren Anteilen als im Danium vorkommen, treten flach-infaunale Depositfresser und Chemosymbionten im Danium deutlich häufiger auf. Unter den Suspensionsfressern sind epibyssate, semiinfaunale und tief-infaunale Suspensionsfresser im Danium im Vergleich zum Maastrichtium mit signifikant niedrigeren Anteilen vertreten. Dagegen zeigen die zementierenden epifaunalen Suspensionsfresser sogar einen höheren Faunenanteil im Danium.

Die Veränderungen der Faunenzusammensetzung lassen sich in Bajo de Añelo an der K/Pg-Grenze beobachten. In San Martin sind deutliche Veränderungen erst etwa 35 m über der K/Pg-Grenze festzustellen.

Die mobilen Benthonten sind im Danium häufiger als im Maastrichtium. Im Gegensatz dazu sind immobile Benthosorganismen im Maastrichtium signifikant häufiger. Bei Ausschluss der Depositfresser und Chemosymbionten zeigt sich in Bajo de Añelo im Bereich der K/Pg-Grenze und im unteren Danium ein Rückgang der Mobilität. Der Aragonit-Anteil in den Schalen ist im Danium höher als im Maastrichtium.

8. Diskussion

8.1. Faunenzusammensetzung/Fossilführung

Die Faunen der untersuchten Gebiete werden von Bivalven dominiert. Gastropoden sind in geringerer Artenzahl vertreten, und Anthozoen treten nur mit zwei Arten auf. Da letztere jedoch nicht genauer untersucht wurden, beinhalten die zwei unterschiedenen Gattungen möglicherweise mehr als diese zwei Taxa. Abgesehen vom Auftreten großer Austern im obersten Bereich des Maastrichtiums, wurde für das Opató Profil im Maastrichtium ein weitgehendes Fehlen von Makrofauna festgestellt (Papú et al. 1996). Im Gegensatz dazu zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass im Maastrichtium von Opató unmittelbar unter der K/Pg-Grenze eine hochdiverse Bivalven-Fauna vorkommt, nicht nur ausschließlich Austern. Auch im benachbarten BJC Profil konnte im Maastrichtium eine arten- und individuenreiche Bivalven-Fauna nachgewiesen werden. Aus der Sierra Huantraico wurde bereits von Weaver (1931) und Camacho (1968) eine diverse Molluskenfauna beschrieben, was durch die eigenen Untersuchungen bestätigt wurde (siehe Kapitel 6 Paläodiversität).

Calcitische Bivalven kommen fast ausschließlich epifaunal vor, und ein erhaltungsbedingtes Fehlen von Aragonitschalen hätte somit zur Folge, dass epifaunale Bivalven überrepräsentiert wären. Dies ist aber in den Arbeitsgebieten Patagoniens nicht der Fall. Wie die Analyse der Schalenmineralogie ergeben hat (siehe Kapitel 7 Quantitative Paläoökologie), ist der Anteil der Aragonitschalen im Danium höher als im Maastrichtium. Die festgestellten paläoökologischen Muster und die Entwicklung der Paläodiversität an der K/Pg-Grenze in Patagonien lassen sich somit nicht durch diagenetische Effekte erklären, denn aragonitische Fossilien, die zumeist als Steinkern oder Abdruck vorliegen, sind in fast allen Probenhorizonten vorhanden und somit nicht durch die Diagenese eliminiert worden.

Die relativ hohen Anteile der gemeinsamen Arten zwischen den verschiedenen Arbeitsgebieten zeigen, dass die Faunen in den beiden untersuchten Becken zueinander sehr ähnlich waren. Beide Becken (Cañadón Asfalto Becken und Neuquén Becken) hatten eine Verbindung zum Atlantik, was die enge faunistische Beziehung erklärt. Die hohe Übereinstimmung zwischen der Sierra Huantraico und Paso del Sapo lässt sich durch das teilweise ähnliche Ablagerungsmilieu erklären. So kommen in den beiden erwähnten Arbeitsgebieten Trigonien vor, die typisch für randmarines Milieu sind. Bajo de Añelo liegt zwar wesentlich näher an der Sierra Huantraico als Paso del Sapo, aufgrund des tonigen Milieus des mittleren Schelfs treten in Bajo de Añelo aber keine Trigonien auf. Die großen faunistischen Gemeinsamkeiten zwischen Bajo de Añelo und Huantraico sind durch die räumliche Nähe der beiden Arbeitsgebiete zu erklären.

8.2. Individuenzahlen

In den Profilen von Bajo de Añelo zeigt sich an der K/Pg-Grenze ein Rückgang der standardisierten Individuenzahlen. Dieser Einschnitt ist jedoch nur von kurzer Dauer, da die Individuenzahlen schnell wieder das Niveau des Maastrichtiums erreichen. Im Detail variiert der

Zeitpunkt der Zunahme der Individuenzahlen in Bajo de Añelo. Aber bereits ab etwa 1 m über der K/Pg-Grenze (ca. 100 000 Jahre nach der K/Pg-Grenze) steigen die Individuenzahlen deutlich an bzw. erreichen wieder das Niveau des Maastrichtiums.

In Dänemark wurde in mehreren Lokalitäten für sehr fossilarme Bereiche direkt über der K/Pg-Grenze der Begriff der „dead zone“ verwendet. Er bezog sich ursprünglich jedoch nicht auf den kaum vorhandenen Fauneninhalt, sondern auf den „toten“ Klang, der beim Hämmern auf das Gestein ertönt, wie in einer Studie in Voxlev festgestellt wurde (Jessen & Ødum 1923). Auch am Brazos River in Texas wurden im basalen Danium (P0 und P1a) sehr niedrige Individuenzahlen registriert (Hansen et al. 1993).

Auf Nahrungsmangel können Arten entweder mit einer Reduzierung der Körpergröße bei gleichbleibender Populationsgröße oder mit einer Verkleinerung der Populationsgröße bei gleichbleibender Körpergröße reagieren (Twitchett 2001). Die starke Abnahme der Individuenzahlen an der K/Pg-Grenze ist somit ein Muster, das bei einem Mangel an Nahrungspartikeln zu erwarten war. Wie aber auch schon die Ergebnisse in Neuquén und Chubut gezeigt haben, gibt es starke lokale Unterschiede, die stark von der jeweiligen Fazies beeinflusst wurden.

8.3. Lokale Paläobiodiversitätsmuster durch die Zeit

In allen untersuchten Profilen der Neuquén und Chubut Provinz sind im Maastrichtium im Vergleich zum Danium signifikant höhere Werte der Paläobiodiversität nach Rarefaction festzustellen. Die Alpha-Diversität und die Shannon-Indizes der Arbeitsgebiete bestätigen dies.

Bei Betrachtung der Paläobiodiversitätsmuster durch die Zeit zeigen sich nur zum Teil starke Veränderungen an der K/Pg-Grenze. Am deutlichsten ist der Einschnitt der Paläobiodiversität im SM Profil. Hier wird im Danium fast nie das Niveau des Maastrichtiums erreicht, es ist also keine Erholung der Paläobiodiversität zu erkennen. In diesem Profil ist jedoch zu beachten, dass der extrem starke Einschnitt der Paläobiodiversität auch durch die sehr randmarinen Brackwasserbedingungen im Bereich der K/Pg-Grenze verursacht wurde. In BJG konnte bei der Paläobiodiversität nach Rarefaction direkt oberhalb der K/Pg-Grenze kein Einschnitt festgestellt werden. Dennoch ergibt der Vergleich zwischen den Werten der Paläobiodiversität nach Rarefaction des Maastrichtiums mit denen des Daniums signifikant niedrigere Werte im Danium.

Eine Studie der Fauna des Maastrichtiums und Daniums (Jagüel, Roca Formation) in der La Pampa Provinz zeigte eine deutliche Zäsur an der K/Pg-Grenze (Casadio 1994). Zahlreiche Bivalven starben dort lokal aus, was zu einer verminderten Paläodiversität im untersten Danium führte.

Die Mollusken-Vergesellschaftungen der K/Pg-Lokalität von Brazos (Brazos River, Texas) zeigen ebenfalls einen Rückgang der Paläobiodiversität an der K/Pg-Grenze (Hansen et al. 1993). Im untersten Danium (P0) von Brazos bestand die gering-diverse Fauna aus Überlebenden des K/Pg-Ereignisses (Hansen 1988). Beide Muster sind Parallelen zu den in den Arbeitsgebieten von Neuquén und Chubut festgestellten lokalen Paläobiodiversitätsmustern.

Weiterhin wurde im Danium von Brazos eine Blütezeit opportunistischer Mollusken-Taxa aus den Familien Ostreidae, Carditidae, Cucullaeidae und Turritellidae festgestellt. Der Artenreichtum dieser Familien nahm dort im Gegensatz zum deutlichen Abfall in anderen Familien vom letzten Intervall des Maastrichtiums zum ersten des Paleozäns zu oder bleibt annähernd konstant. Diese vier Familien beinhalten 31% der Arten des unteren Paleozäns. Während des restlichen Paleozäns und des Eozäns lag der Arten-Anteil der Ostreidae, Carditidae, Cucullaeidae und Turritellidae nur noch bei etwa 10%. Es handelte sich bei den Vertretern dieser Familien nach Foraminiferenzzone P1b um neue Arten, die aus dem Maastrichtium nicht bekannt sind (Hansen 1988). Dies spricht für eine schnelle Radiation innerhalb dieser Familien im unteren Paleozän.

Betrachtet man die Familien, die in Brazos im Danium eine Blütezeit erlebt haben, lässt sich im Arbeitsgebiet folgendes feststellen:

Innerhalb der Ostreoida waren im Danium nur zwei Gattungen von Bedeutung und in größerer Anzahl vorhanden, und zwar *Pycnodonte* (*Phygraea*) *burckhardti* und *Gryphaeostrea callophylla*. Beide Arten werden den Gryphaeidae zugeordnet und nicht den Ostreidae. Den Carditidae kann nur *Venericardia* eindeutig zugeordnet werden. Innerhalb der Cucullaeidae konnten *Cucullaea* (*Cucullastis*) *barbara* und *Cucullaea* sp. C im Danium identifiziert werden, während *Cucullaea antarctica* nur im Maastrichtium auftritt. Eine Blütezeit der Familien, die in Texas einen bedeutenden Anteil der Fauna des Daniums ausmachen, ist in Patagonien im Gegensatz zu Brazos demnach nicht zu beobachten.

Der Einschnitt und Rückgang der Paläobiodiversität in Braggs (Alabama), einer weiteren bekannten K/Pg-Lokalität, an der K/Pg-Grenze war abrupt, wurde jedoch durch einen Hiatus von ca. 100 bis 200 ka im Maastrichtium noch etwas verstärkt (Jones et al. 1987; Bryan & Jones 1989). In Dänemark ist die abrupte Abnahme der epifaunalen Bivalven an der K/Pg-Grenze mit einem Fazieswechsel und dem Fehlen des bevorzugten Substrats (Bryozoen) verknüpft (Heinberg 1999; Håkansson & Thomsen 1999). Im untersten Danium von Stevns Klint bestand die Fauna aus Taxa, die das K/Pg-Ereignis überlebten. Konträr zu Brazos wurden hier keine opportunistischen Disaster-Arten beobachtet, die nach der K/Pg-Grenze in großer Anzahl auftraten (Heinberg 1999).

Im Gegensatz zu den erwähnten abrupten Abnahmen der Paläobiodiversität in zahlreichen Profilen der K/Pg-Grenze, wurde auf Seymour Island (Antarktis) zwar auch eine Abnahme der Paläobiodiversität festgestellt, die dort jedoch über einen Profilabschnitt von etwa 30 m stattfand (Zinsmeister et al. 1989). Die stratigraphischen Reichweiten der Arten zeigen dennoch ein gehäuftes Aussterben im Bereich der K/Pg-Grenze (Stilwell 2003). Außerdem muss der Signor-Lipps-Effekt (Signor & Lipps 1982) berücksichtigt werden. Dieser besagt, dass das letzte im Fossilbericht nachgewiesene Auftreten eines Taxons aufgrund von Überlieferungslücken nicht identisch mit dem tatsächlichen letzten Vorkommen des Taxons ist.

Wie die Ergebnisse von Patagonien und zahlreicher anderer Regionen belegen, ist der Einschnitt der Paläobiodiversität an der K/Pg-Grenze abrupt. Dies verdeutlicht die Kurzfristigkeit des Massenaussterbeereignisses an der K/Pg-Grenze. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass der Unterschied zwischen Maastrichtium und Danium vielerorts durch einen Hiatus verstärkt wird, wie auch in Patagonien und beispielsweise Braggs (Alabama).

8.4. Paläobiodiversitätsdynamik

Hier muss unterschieden werden zwischen den lokalen Aussterbe- und Neuentstehungsraten, bei denen es sich um lokales Verschwinden und Auftreten von Taxa handelt, und den tatsächlichen Aussterbe- und Neuentstehungsraten, die auch die globalen stratigraphischen Reichweiten der nachgewiesenen Gattungen in Betracht ziehen.

Würden nur die stratigraphischen Reichweiten von Sepkoski (2002) zur Ermittlung der Aussterberaten berücksichtigt, würden sich höhere Aussterberaten (44,9% für Bivalven und Gastropoden) als die in dieser Arbeit errechneten ergeben. Durch die Miteinbeziehung verlässlicher Daten der PBDB in die stratigraphischen Reichweiten der Gattungen reduzieren sich die Aussterberaten an der K/Pg-Grenze deutlich. Einige Gattungen, die nach Sepkoski und den bisherigen Daten der PBDB als am Ende des Maastrichtiums ausgestorben galten, konnten im Danium von Neuquén und/oder Chubut nachgewiesen werden. Somit reduzieren sich die Aussterberaten durch die eigenen Ergebnisse weiter.

Generell zeigen die Gastropoden in Neuquén und Chubut, im Vergleich zu den Bivalven, niedrigere Aussterberaten, aber höhere Neuentstehungsraten. Eine hohe Speziationsrate nach der K/Pg-Grenze ist von Gastropoden der südlichen Südhemisphäre bekannt (Stilwell 2003). Dabei wurde ein Zusammenhang zwischen der schnellen Ausbreitung verschiedener Gastropodengruppen und dem Vorherrschen planktotropher Larvalstadien dieser Gastropoden im Danium vermutet (Stilwell 2003).

Die sehr hohen lokalen Aussterberaten der Sierra Huantraico (82,9% Bivalven und Gastropoden) sind durch den dortigen schlechten Fossilbericht im Danium bedingt, der aus dem Mangel an Aufschlüssen oberhalb der K/Pg-Grenze und der Basalt-Überdeckung des Daniums resultiert. Da die lokale Aussterberate in Paso del Sapo etwas höher ist als in Bajo de Añelo, kann ausgeschlossen werden, dass das sehr randmarine Milieu von Paso del Sapo schwächer als das Milieu des mittleren Schelfs von Bajo de Añelo betroffen war. Werden die lokalen Aussterberaten mittels der Daten von Sepkoski und der PBDB korrigiert, liegen die Werte für die drei verschiedenen Arbeitsgebiete nicht weit auseinander. Sie betragen für Bivalven in den Arbeitsgebieten zwischen 29,4% und 26,7%. Von den Bivalvengattungen des Maastrichtiums der Gesamtregion starben 28,0% global aus. Durch den Permutationstest und das theoretische Verschieben der K/Pg-Grenze konnte gezeigt werden, dass sich das Aussterben der Taxa an der K/Pg-Grenze konzentrierte und die Intensität über der des Hintergrundaussterbens lag. Die anhand der Studien von Casadío (1994) und Parras (1999) ermittelte Aussterberate der Bivalven (28,1%) für die Mendoza und La Pampa Provinzen Argentiniens ist fast identisch der Aussterberate der untersuchten Gesamtregion in den Provinzen Neuquén und Chubut.

Für die untersuchte Gesamtregion ergibt sich für Bivalvengattungen eine Neuentstehungsrate von lediglich 6,7%. Dieser Wert entspricht der für Bivalven der Mendoza und La Pampa Provinzen (Casadío 1994; Parras 1999) ermittelten Neuentstehungsrate. Wie die Aussterbe- und Neuentstehungsraten zeigen, war das Neuquén Becken daher auch in der La Pampa und Mendoza Provinz gleichermaßen vom K/Pg-Ereignis betroffen. Die Neuentstehungsrate der Gastropoden in Chubut und Neuquén liegt mit 16,7% über derjenigen der Bivalven.

Der Vergleich mit den Aussterberaten einiger prominenter K/Pg-Grenzregionen der Nordhemisphäre (Brazos, Braggs, Dänemark) zeigt, dass die dortigen Werte unter Berücksichtigung der Daten von Sepkoski und der PBDB für Bivalven ebenfalls nicht sehr hoch sind. Die Aussterberate für Bivalven von Braggs (Alabama) liegt mit 27,7% im Bereich der Aussterberate der untersuchten patagonischen Region und der einzelnen Arbeitsgebiete, für Dänemark (22,5%) und Brazos (9,1%) ergeben sich geringere Werte. Neben der vergleichsweise geringen Aussterbeintensität von Brazos verdeutlicht auch eine Studie der Fauna des Daniums der Clayton Formation von Süd-Illinois wie stark auch in Nordamerika die Aussterbeintensität regional schwankte. In den siliziklastischen, sandigen bis tonigen Sedimentgesteinen ließen sich im Danium von Süd-Illinois sehr hohe Anteile (88,6%) von bereits im Maastrichtium bekannten Arten feststellen (Cope et al. 2005). Dies spricht gegen höhere Aussterberaten an der K/Pg-Grenze der Nordhemisphäre im Vergleich zur Südhemisphäre und somit gegen eine größere Aussterbeintensität in geringerer Entfernung vom Chicxulub-Impakt. Trotz der lokalen Unterschiede in der Aussterbeintensität zeigt sich kein Breitengrad-Gradient in der Aussterbeintensität von Bivalven. Werden größere Regionen betrachtet, ist die Aussterbeintensität von Bivalven an der K/Pg-Grenze global einheitlich (Raup & Jablonski 1993). Die aus den Daten der PBDB ermittelten Aussterberaten für Südamerika, die Antarktis und die gesamte Südhemisphäre südlich 40° Paläobreite sind höher als diejenigen von Braggs, Brazos und Dänemark. Dabei übertrifft vor allem die Aussterberate der Bivalven Südamerikas (48,2%) deutlich die der untersuchten Region Patagoniens (28,0%). Der Wert für die Aussterberate der Bivalven in Südamerika ist dabei nahezu identisch mit dem von Raup und Jablonski (1993) ermittelten Wert für Patagonien.

Jablonski (1998) verglich verschiedene Regionen auf ihren Einwanderer-Anteil an der Mollusken-Gesamtfaua nach dem K/Pg-Ereignis. Dabei stellte er in der Golfregion Nordamerikas mit etwa 40% im Vergleich zu Nordeuropa, Nordafrika und Nordindien/Pakistan einen höheren Anteil an Einwanderern in der Paleozän-Fauna fest. Der in dieser Arbeit ermittelte Anteil von Einwanderern im Arbeitsgebiet Patagoniens (18,6%) liegt ebenfalls deutlich unter dem der nordamerikanischen Golfregion und ähnelt eher den Anteilen in Nordindien/Pakistan und Nordeuropa (Jablonski 1998).

Recht niedrige Aussterberaten auf Gattungsebene zeigten auch Untersuchungen von Echinoideen (36%, Smith & Jeffery 1998) und Scleractinia (30%, Kiessling & Baron-Szabo 2004). Einige ursprünglich für an der K/Pg-Grenze ausgestorben gehaltene Gattungen kamen noch im Danium vor. Dadurch und aufgrund einer taxonomischen Überarbeitung ergaben sich für die genannten Gruppen niedrigere Aussterberaten als früher angenommen (Smith & Jeffery 1998; Kiessling & Baron-Szabo 2004).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich kein Zusammenhang zwischen Aussterberaten und Entfernung vom Chicxulub-Krater feststellen lässt, obwohl die Aussterbe- und Neuentstehungsraten zwischen den verschiedenen Regionen mehr oder weniger stark schwanken. Nordamerika nimmt mit dem hohen Anteil an Einwanderern und den „Bloom-Taxa“ eine Sonderstellung ein (Hansen 1988; Jablonski 1998). Möglicherweise sind diese Charakteristika Ausdruck der Nähe zum Chicxulub-Impakt und spiegeln eine sehr starke Störung der dortigen marinen Ökosysteme wider (Jablonski 2008).

8.5. Selektivität

Die Individuen einer Art stehen in intraspezifischer Konkurrenz zueinander und unterliegen einer Selektion. Genauso kommt es auch zwischen verschiedenen Arten zur Konkurrenz um beispielsweise Biotope und Nahrungsquellen, so dass es auch auf dieser Ebene (interspezifisch) zu einer Selektion kommen kann. Bestimmte Arten und deren Individuen sind nun besser an veränderte Umweltbedingungen angepasst als andere Arten. Führt dies zu einer Zu- oder Abnahme von Arten, die bestimmte Merkmale teilen, verändert sich eine Faunengemeinschaft selektiv. Unter Selektivität versteht man daher, dass nicht alle Taxa gleichermaßen von einem Aussterbeereignis und den damit verbundenen Umweltveränderungen betroffen sind. So können sich verschiedene Organismengruppen durch unterschiedlich hohe Aussterberaten oder Veränderungen ihrer relativen Häufigkeit (Abundanz) auszeichnen. Dabei besitzen taxonomische Einheiten oft auch ähnliche bzw. gemeinsame ökologische Eigenschaften. Daher sind Veränderungen (Aussterben oder Neuentstehen von Taxa, Reduktion oder Zunahme der Faunenanteile) innerhalb einer taxonomischen Einheit meist gleichbedeutend mit den Mustern, die sich bei ökologischen Kategorien wie Ernährungsweisen, Lebensweisen oder Gilden ergeben. Wie die Ergebnisse gezeigt haben, lassen sich in den benthischen Molluskenfaunen des Maastrichtiums und Daniums von Patagonien Muster beobachten, die deutlich für eine Selektivität sprechen. Diese werden nachfolgend für die entsprechenden ökologischen Parameter erläutert.

8.5.1. Ernährungsweisen und Gilden

Während einer Produktivitätskrise wird eine größere Resistenz bestimmter Gruppen gegenüber der Nahrungsknappheit angenommen. Sowohl in marinen als auch in terrestrischen Lebensräumen waren Bestandteile von Nahrungsnetzen, die an der K/Pg-Grenze nicht direkt von Primärproduzenten abhängig waren, weniger stark betroffen (Sheehan & Hansen 1986; Sheehan & Fastovsky 1992). Im marinen Milieu sind daher die Organismen im Vorteil, die nicht direkt auf Planktonpartikel angewiesen sind oder die trotz geringer Planktonmengen überleben können (Sheehan et al. 1996; Rhodes & Thayer 1991). Dazu zählen die chemosymbiontischen Lucinidae und die verschiedenen Gruppen der Depositfresser. Unter letzteren lassen sich die Nuculoida als flach-infaunale mobile Depositfresser von den Aporrhaidae/Strombidae und Tellinidae als Oberflächen-Depositfresser unterscheiden. Während die Vertreter der Aporrhaidae/Strombidae flach-infaunal und zeitweise auch epifaunal leben (Peron 1978), besiedeln die Tellinidae tief-infaunale Habitate. Im Gegensatz zu den Nuculoida nutzen die beiden Gruppen der Oberflächen-Depositfresser die Sedimentoberfläche als Nahrungsquelle.

Stärker betroffen sein sollten während einer Planktonkrise im Vergleich zu Depositfressern vor allem Suspensionsfresser (Rhodes & Thayer 1991; Paul & Mitchell 1994; Sheehan et al. 1996), da sie von Planktonpartikeln, die sie aus dem Wasser filtern, abhängig sind. Aber auch Oberflächen-Depositfresser stehen im Vergleich zu Nuculoiden in größerer Abhängigkeit zum herabrieselnden Plankton, da sie im Gegensatz zu den flach-infaunalen Depositfressern der Nuculoida die Sedimentoberfläche als Nahrungsquelle nutzen. Dagegen sind die

flach-infaunalen Depositfresser und Chemosymbionten unabhängiger vom Planktonangebot bzw. in der Lage einen Mangel an Plankton-Nahrungspartikeln länger zu überdauern als Suspensionsfresser und Oberflächen-Depositfresser.

8.5.1.1. Regionale Muster in Patagonien

Die Untersuchung der Molluskenfaunen in Neuquén und Chubut liefert sowohl durch die festgestellten Aussterbe- und Neuentstehungsraten als auch durch die Veränderungen der quantitativen Faunenzusammensetzung deutliche Hinweise für eine Selektivität nach unterschiedlichen Ernährungsweisen. Während Tellinidae und Pteriomorphia hohe Aussterberaten zeigen, sind Vertreter der Nuculoida und Lucinidae nicht oder kaum betroffen. Letztere Gruppen sind auch mit neuen Gattungen im Danium vertreten. Bei den Pteriomorphia handelt es sich um epifaunale und untergeordnet semiinfaunale Suspensionsfresser, und somit ergeben sich auch bei der Kategorisierung nach Ernährungsweisen höhere Aussterberaten für die Suspensionsfresser. Innerhalb der Bivalven sterben Oberflächen-Depositfresser an der K/Pg-Grenze in der Region aus, was gleichbedeutend mit dem Verschwinden der Tellinidae ist. Wenn die global aussterbenden und die überlebenden Gattungen der Arbeitsgebiete im Hinblick auf ihre Ernährung verglichen werden, sind unter den Opfern Suspensionsfresser und Oberflächen-Depositfresser zusammen signifikant häufiger als Chemosymbionten, Karnivore und flach-infaunale Depositfresser zusammen.

Eine Selektivität zugunsten der flach-infaunalen Depositfresser der Nuculoida und der chemosymbiontischen Lucinidae wird auch deutlich, wenn man die quantitativen paläoökologischen Veränderungen betrachtet. Wie in Kapitel 7 (Quantitative Paläoökologie) dargestellt, zeigen sich im Danium signifikante Zunahmen der Faunenanteile der flach-infaunalen Depositfresser der Nuculoiden und der chemosymbiontischen Lucinidae. Dagegen ist ein völliges Verschwinden der Telliniden als Oberflächen-Depositfresser, sowie ein signifikanter Rückgang bei Suspensionsfressern zu beobachten. Diese Veränderungen der Faunenzusammensetzungen lassen sich über einen langen Zeitraum feststellen. So ähneln die Faunenanteile in Bajo de Añelo erst im oberen Profilbereich, ab ca. 23 m (ca. 2,5 Mio. Jahre) über der K/Pg-Grenze denen des Maastrichtiums. Die negative Korrelation der Suspensionsfresser mit Nuculoiden und Luciniden bestätigt das beobachtete Muster sehr gut. Daher lässt sich ein Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Ernährungsstrategien und der Ursache des K/Pg-Ereignisses vermuten. Was unterscheidet nun die Oberflächen-Depositfresser der Tellinidae von den Nuculoida? Untersuchungen zu Nahrungsquellen von Telliniden zeigten teilweise identische Nahrungspartikel wie Suspensionsfresser (Kamermans 1994), teilweise lieferte der Vergleich mit Suspensionsfressern eine Mischung aus benthischen Diatomeen und Phytoplankton, wobei der Anteil der benthischen Diatomeen bei *Macoma balthica* (Tellinidae) aber deutlich höher ist als bei der suspensionsfressenden *Mytilus edulis* (Riera et al. 1999). Letzteres wird auch durch den Vergleich der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von *Cerastoderma edule* und *Macoma balthica* bestätigt. Während *Cerastoderma edule* (Suspensionsfresser) sich fast ausschließlich von Mikrophytoplankton ernährt, ernährt sich *Macoma balthica* sowohl von Mikrophytobenthos als auch von Mikrophytoplankton (Rossi et al. 2004). Da einige Arten von *Macoma* als Suspensionsfresser eingestuft wurden (Reid & Reid 1969) und Plankton als Nahrungsbestandteil belegt ist (Kamermans 1994), ist von einer größeren Empfindlichkeit der

Telliniden im Vergleich zu den Nuculoida während einer Planktonkrise auszugehen. Die in den Arbeitsgebieten Patagoniens beobachteten Muster der paläoökologischen Veränderungen und der Paläobiodiversitätsdynamik entsprechen damit den zu erwartenden Folgen einer Produktivitätskrise.

Auch karnivore Organismen sind nicht direkt von Planktonpartikeln abhängig. Die Faunenanteile der Karnivoren sind jedoch in den untersuchten Benthosfaunen meist sehr gering, weshalb ihre Schwankungen der Faunenanteile schwer zu interpretieren sind. In Bajo de Añelo sind Karnivore im Danium signifikant häufiger als im Maastrichtium, was für eine Resistenz während einer Planktonkrise sprechen würde. Die Anwesenheit bohrender Gastropoden in den Arbeitsgebieten ist durch das Vorhandensein von Bohrlöchern in einigen Bivalvenschalen belegt. Ein Trend im Paläogen hin zu häufigeren Bohrlöchern, die auf Gruppen der prosobranchen Gastropoden zurückzuführen sind, spricht auch für eine Zunahme von Karnivoren nach der K/Pg-Grenze (Kowalewski et al. 1998). Für die Zunahme der Häufigkeit von Bohrlöchern in Ostrakoden-, Bivalven- und Gastropodenschalen nach der K/Pg-Grenze der nordamerikanischen Küstenebene des Golfs von Mexiko und des Atlantiks wurde auch das bevorzugte Aussterben von hoch spezialisierten Beutetieren als Erklärungsalternative angenommen (Kelley & Hansen 1996).

Auffallend ist der Unterschied im zeitlichen Ablauf der Veränderungen der Faunenzusammensetzung zwischen den Profilen von Bajo de Añelo und dem Profil von San Martin. In letzterem setzt die Dominanz der flach-infaunalen Depositfresser erst etwa 35 m über der K/Pg-Grenze ein, während die ersten wenigen fossilführenden Horizonte über der K/Pg-Grenze von Suspensionsfressern, v. a. *Corbicula pehuenchensis*, bestimmt werden. Das massenhafte Auftreten von *Corbicula* in sehr geringdiversen bis monospezifischen Faunengemeinschaften unterstützt die sich aus den übrigen faziellen Charakteristika ergebende Rekonstruktion eines sehr randmarinen Milieus der Lefipán Formation mit Süßwassereinfluss (Scasso et al. eingereicht). Somit lässt sich auch verstehen, dass in San Martin im Danium zunächst kein Mangel an Nahrungspartikeln für Suspensionsfresser bestand. Durch die unmittelbare Festlandnähe im Bereich einer Flussmündung waren offenbar ausreichend suspendierte Nahrungspartikel vorhanden. Für die Faunenzusammensetzungen des unteren Daniums spielte die Salinität eine entscheidende Rolle. Erst als das Milieu wieder stärkeren marinen Einflüssen unterlag, wirkte sich die verminderte Planktonproduktion aus und führte zu der deutlichen Zunahme der Depositfresser.

Zwischen etwa 27 und 36 m über der K/Pg-Grenze werden die Faunengemeinschaften nicht von *Corbicula* und *Turritella* dominiert, dennoch sind Suspensionsfresser die vorherrschende Gruppe. Es gibt also zwischen den für Brackwasser sprechenden Faunengemeinschaften und dem von Depositfressern dominierten Bereich einige Probenhorizonte mit höherer Alpha-Paläobiodiversität als in den Brackwasser-Probenhorizonten. Dies weist auf normal marine Bedingungen hin, was der Interpretation widerspricht, dass mit dem Einsetzen stärkerer mariner Bedingungen die Depositfresser aufgrund des verminderten Planktonangebots sofort deutlich zunehmen. Eine mögliche Erklärung für dieses Intervall von 9 m könnte ein zunächst steigender Salzgehalt bei gleichbleibendem Nahrungspartikeleintrag vom Festland gewesen sein, wodurch sich die im Vergleich zu den Faunengemeinschaften im Brackwasser

artenreichere, ebenfalls von Suspensionsfressern dominierte Fauna einstellte. Dann erst kam es zu einer Abnahme der suspendierten Nahrungspartikel und zu der durch die verminderte Planktonproduktion verursachten Dominanz der Depositfresser im SM Profil.

Vergleicht man verschiedene Gilden, so sind in Patagonien Unterschiede innerhalb identischer Ernährungsweisen erkennbar. So starben mit den Tellinidae die tief-infaunalen Oberflächen-Depositfresser komplett aus, während die Aporrhaidae als flach-infaunale Oberflächen-Depositfresser im Danium noch vorkamen. Trotz identischer Nahrungsquelle scheinen aporrhaidae Gastropoden gegenüber den Telliniden im Vorteil gewesen zu sein, möglicherweise durch ihre höhere Mobilität. Jedoch bedeutet eine höhere Mobilität auch einen höheren Energieverbrauch, weshalb die höhere Mobilität der Aporrhaiden gegenüber den Telliniden in dieser Hinsicht während einer Nahrungsknappheit kein Vorteil ist. Bei rezenten Vertretern der Aporrhaidae wurde festgestellt, dass sie ein halbes Jahr ohne Nahrungsaufnahme verbringen (Perron 1978), was auch ein Vorteil gegenüber den Tellinidae gewesen sein kann.

Es stellt sich außerdem die Frage, warum epifaunale Suspensionsfresser im Arbeitsgebiet Patagoniens an der K/Pg-Grenze stärker betroffen waren als infaunale Suspensionsfresser. Dies erscheint widersprüchlich, da epifaunale Suspensionsfresser im Vergleich zu infaunalen Suspensionsfressern die effektiveren Filtrierer sind (Jørgensen 1975).

Die Betrachtung der verschieden stark betroffenen Gilden der epifaunalen Suspensionsfresser kann Hinweise auf die kritischen bzw. limitierenden Faktoren geben. Innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser sind es die frei lebenden, moderat mobilen Formen, die komplett an der K/Pg-Grenze verschwunden sind. Möglicherweise waren sie im Nachteil, weil sie durch ihre teilweise mobile Lebensweise einen höheren Energie- und Nahrungsbedarf hatten als andere Suspensionsfresser. Da das Verschwinden dieser Gilde jedoch auf das Aussterben eines einzigen Taxons (*Entolium*) zurückzuführen ist, sollte nach weiteren Erklärungsmöglichkeiten gesucht werden. Einen entscheidenden Hinweis kann der Vergleich von epibyssaten und zementierenden Suspensionsfressern geben. Unter epifaunalen Suspensionsfressern waren die zementierenden Formen, im wesentlichen Austern, am geringsten betroffen. Dagegen haben die epibyssaten Suspensionsfresser im Danium signifikant abgenommen. Zwischen epibyssaten und zementierenden Suspensionsfressern lassen sich in der Mobilität kaum Unterschiede feststellen, dennoch waren Austern nach der K/Pg-Grenze anscheinend bevorteilt. Die Ursache dafür könnte in der unterschiedlichen Filtrierleistung liegen. Austern müssten demnach leistungsfähigere Filtrierer als epibyssate Bivalven sein. Ein Vergleich der Filtrierleistung von *Mytilus edulis* und *Crassostrea gigas* ergab eine höhere Filtrierrate für *Crassostrea gigas*, was die Vermutung bestätigen würde, dass Austern leistungsfähigere Filtrierer als epibyssate Bivalven sind (Zurburg et al. 1994). Dadurch waren Austern möglicherweise resistenter gegenüber einem niedrigen Nahrungsangebot an der K/Pg-Grenze. Weiterhin sind zementierende Suspensionsfresser vor Predatoren (Crustaceen, Asteroideen) besser geschützt als epibyssate Bivalven, da sie von diesen schwieriger zu manipulieren sind. In Experimenten wurden epibyssate Bivalven signifikant häufiger von Predatoren gefressen als (künstlich) zementierende Bivalven der selben Art (Harper 1991). Die größere Schalendicke von Austern, der bedeutendsten Gruppe der zementierenden Bivalven, im Vergleich zu den epibyssaten Bivalven stellt einen möglichen weiteren Vorteil beim Schutz vor Räubern dar. Der Vorteil

der epibyssaten und zementierenden Bivalven gegenüber den mobilen epifaunalen Suspensionsfressern lässt sich durch die inaktivere Lebensweise und dem damit verbundenen niedrigeren Energiebedarf erklären.

Damit ist noch nicht geklärt, warum an der K/Pg-Grenze in Neuquén und Chubut epifaunale Suspensionsfresser stärker als infaunale vom K/Pg-Ereignis betroffen waren. Während tief-infaunale Suspensionsfresser im Danium in signifikant niedrigeren Faunenanteilen als im Maastrichtium vorkamen, waren die Faunenanteile von flach-infaunalen Suspensionsfressern in Maastrichtium und Danium sehr ähnlich. Letztere erreichen in zahlreichen Horizonten des Daniums hohe Anteile, weil *Corbicula* und *Turritella* teilweise massenhaft auftreten. Durch diese oft faziesbedingten Massenvorkommen werden die Faunenanteile der flach-infaunalen Suspensionsfresser natürlich größer. Die Abnahme der Faunenanteile der epifaunalen Suspensionsfresser gegenüber den infaunalen Suspensionsfressern kann auch mit epifaunalen Predatoren zusammenhängen.

8.5.1.2. Muster anderer Regionen im Vergleich

Im Folgenden wird auf einige regionale Arbeiten, bei denen Aspekte der Selektivität im Fokus stehen, eingegangen. Ähnliche Veränderungen wie in den patagonischen Molluskenfaunen wurden am Brazos River in Texas beobachtet (Hansen et al. 1987, 1993). Die siliziklastischen Sedimentgesteine der Brazos River Profile (36° N Paläobreite) stammen wie die Tonsteine von Bajo de Añelo aus einem ähnlichen Milieu des mittleren Schelfs. Dort sind Depositfresser in Proben des Daniums die dominierende Gruppe, während die Suspensionsfresser im Maastrichtium noch die Faunenvergesellschaftungen bestimmt haben. Auch die niedrigen Individuenzahlen im basalen Danium entsprechen dem in Patagonien im vergleichbaren Milieu von Bajo de Añelo gefundenen Muster.

Eine Studie an Bivalven und Gastropoden der nordamerikanischen Atlantik- und Golfküstenebene, bei der nur tonige Feinsande berücksichtigt wurden, zeigte für epifaunale Suspensionsfresser eine Abnahme der Paläobiodiversität nach Rarefaction (Alpha-Paläobiodiversität, Artniveau) und der Häufigkeit vom Campanium zum Eozän (Kosnik 2005). Im Gegensatz dazu bleibt die Häufigkeit von infaunalen Depositfressern gleich, während deren Alpha-Paläobiodiversität im Maastrichtium am höchsten ist. Hier muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass keine Proben des Paleozäns berücksichtigt wurden. Außerdem wurde innerhalb der Depositfresser nicht zwischen den unterschiedlichen Nahrungsquellen differenziert, d.h. Tellinidae wurden zusammen mit Nuculoida betrachtet. Abweichend davon konnte im Aussterben von Bivalven an der K/Pg-Grenze der nordamerikanischen Atlantik- und Golfküsten-Ebene keine Selektivität im Hinblick auf Ernährungsweise, Morphologie, Lebensweise, Schalendicke, Temperatur-Reichweite, Artenreichtum und Abundanz von Gattungen festgestellt werden (McClure & Bohonak 1995). Hierbei muss bedacht werden, dass im Gegensatz zur Studie von Kosnik (2005) nur Bivalven an der K/Pg-Grenze berücksichtigt wurden und diese Analyse auf Gattungsebene durchgeführt wurde. Die differierende Methodik dieser zwei Studien ist wahrscheinlich die Ursache der verschiedenen Ergebnisse im Hinblick auf die Ernährungsweise.

In der nördlichen atlantischen Küstenebene von New Jersey (40° N Paläobreite) war in siliziklastischen Sedimentgesteinen des inneren bis mittleren Schelfs des Daniums eine Do-

minanz von Invertebraten mit nicht-planktotrophen Larvalstadien zu beobachten (Gallagher 1991). Die dortige Fauna wurde im Danium zwar von Suspensionsfressern bestimmt, aber hier waren Brachiopoden und Schwämme die vorherrschenden Gruppen. Schwämme mit hoher Filtrierrate sind auf kleine, wenige Nahrungspartikel spezialisiert und daher bei geringen Planktonmengen im Vorteil gegenüber anderen Suspensionsfressern (Gallagher 2002). Brachiopoden haben im Vergleich zu Bivalven eine niedrigere Stoffwechselrate und damit einen niedrigeren Bedarf an Nahrungspartikeln. Außerdem sind sie in der Lage, gelöste Partikel aus dem Wasser aufzunehmen (Ziegler 1998). Daher sind auch sie gegenüber filtrierenden Bivalven im Vorteil, wenn ein Mangel an Nahrungspartikeln vorliegt.

Von Seymour Island (Antarktis, 63° S Paläobreite) ist im Maastrichtium und Danium eine mächtige siliziklastische Abfolge aus Silt- und Sandsteinen bekannt, deren Ablagerung im Bereich des mittleren Schelfs unterhalb der Sturmwellenbasis erfolgte (Zinsmeister et al. 1989, Oleinik & Zinsmeister 1996). Die Faunengemeinschaften des unteren Daniums wurden dort für etwa 300 000 Jahre von Gastropoden dominiert, die in diesem Zeitraum im Vergleich zu Suspensionsfressern in höheren Faunenanteilen vorkamen. Im Maastrichtium hingegen waren die Anteile der Suspensionsfresser höher als diejenigen der Gastropoden. Da die Mehrzahl der Gastropoden des Daniums von Seymour Island karnivor war (Stilwell 2003), deutet deren Zunahme auf erhöhte Faunenanteile einer nicht direkt vom Planktonangebot abhängigen trophischen Gruppe hin.

Innerhalb kalkiger Schelf-Ablagerungen sind andere Muster als in den vorher betrachteten siliziklastischen Milieus zu beobachten. In Dänemark (Stevns Klint, 48° N Paläobreite) lässt sich das Verschwinden der epifaunalen Bivalven auf das Fehlen der Bryozoen als bevorzugtes Substrat zurückführen (Heinberg 1999; Håkansson & Thomson 1999). Dort ist unter infaunalen Bivalven eine Zunahme der Suspensionsfresser im Danium festzustellen. Auch in Braggs (südliches Zentral-Alabama, Paläobreite 35° N), wo die Lithologie ebenfalls von Kalksteinen geprägt ist, ist der Anteil der Suspensionsfresser im Danium höher als im Maastrichtium. Hier dominieren in der basalen Clayton Formation flach-infaunale Suspensionsfresser wie *Venericardia*, *Crassatella* und *Cucullaea* (Bryan & Jones 1989).

Es bleibt festzuhalten, dass sich nicht überall die gleichen paläoökologischen Muster beobachten lassen. Offenbar besteht ein Unterschied zwischen vorwiegend siliziklastischen und karbonatischen Milieus. In siliziklastischen Milieus sprechen die eigenen Ergebnisse und die anderer Regionen für eine Selektivität zugunsten solcher Organismengruppen, die in der Lage sind, durch Zugriff auf andere Nahrungsquellen oder eines geringen Nahrungsbedarfs eine Planktonkrise zu überdauern. Die Muster in karbonatischen Milieus an der K/Pg-Grenze lassen sich möglicherweise darauf zurückführen, dass die dort vorkommenden Organismen im Vergleich zu siliziklastischen Milieus an eine geringere Nahrungspartikelzufuhr angepasst waren (Aberhan et al. 2007).

8.5.1.3. Globale Muster

Jablonski & Raup (1995) stellten in ihrer Studie auf der Grundlage einer globaler Datenbank innerhalb der Bivalven keine Aussterbe-Selektivität im Hinblick auf Größe, Lebensweise und bathymetrischer Position auf dem Schelf bzw. Reichweite der bathymetrischen Verbreitung fest, registrierten aber niedrige Aussterberaten bei Depositfressern (30%) und hohe bei Suspensionsfressern (61%). Innerhalb der Depositfresser wurden große Unterschiede zwischen Nuculoida und Lucinoidea mit niedrigen Aussterberaten (15 bzw. 20%) auf der einen Seite und Tellinidae und Aporrhaidae mit wesentlich höheren Aussterberaten (58 bzw. 76%) auf der anderen Seite festgestellt. Der große Einfluss des K/Pg- Massenaussterben auf die Aporrhaiden (Roy 1994) wurde damit noch einmal bekräftigt. Auch in hohen südlichen Breiten konnte innerhalb der Mollusken ein geringeres Aussterben der Depositfresser an der K/Pg-Grenze beobachtet werden, während epifaunale Suspensionsfresser vom K/Pg-Ereignis stark betroffen waren (Stilwell 2003).

Eine Studie von möglichen Selektivitätsmustern bei Seeigeln an der K/Pg-Grenze ergab eine Korrelation zwischen Ernährungsweise und dem Überleben (Smith & Jeffery 1998). Interessanterweise zeigen unter Seeigeln Depositfresser höhere Aussterberaten als reguläre Seeigel mit Laternen. Innerhalb der deposittfressenden irregulären Seeigel waren diejenigen am schwächsten vom K/Pg-Ereignis betroffen, die mittels spezialisierter Füßchen in der Lage sind, sehr kleine Detrituspartikel selektiv aufzunehmen. Zwischen Echinoideen mit planktotrophen und nicht-planktotrophen Larvalstadien ist kein signifikanter Unterschied in der Aussterbeintensität zu beobachten. Smith & Jeffery (1998) vermuteten, dass möglicherweise im Oberflächenwasser trotz reduzierter Primärproduktion noch ausreichend Nahrungspartikel vorhanden waren und somit planktotrophe Organismen der euphotischen Zone nicht stark beeinflusst wurden. Am Meeresboden dagegen könnte es zu einem Mangel an Nahrungspartikeln gekommen sein, was wiederum das selektive Muster innerhalb der Depositfresser der Echinoideen an der K/Pg-Grenze erklären würde. Für diese Interpretation sprechen Studien des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes von Foraminiferen und des resultierenden $\delta^{13}\text{C}$ -Gradienten zwischen Oberflächenwasser und Bodenwasser. Diese weisen zwar auf eine relativ schnelle Erholung der marinen Produktion im Oberflächenwasser hin, aber der $\delta^{13}\text{C}$ -Gradient spricht für eine geringe Menge an absinkenden Planktonpartikeln (D'Hondt et al. 1998).

Eine weitere globale Studie zeigte, dass an der K/Pg-Grenze innerhalb der Scleractinia zooxanthellate Gattungen mit größerer Intensität ausstarben als azooxanthellate Korallen (Kiessling & Baron-Szabo 2004). Diese Organismengruppe zeigte unter Ausschluss von Singletons ebenfalls eine Selektivität im Hinblick auf die Ernährungsweise. Die Selektivität gegen zooxanthellate Korallen kann in diesem Fall wahrscheinlich auf die Abhängigkeit von Zooxanthellaten zurückgeführt werden. Diese benötigen Sonnenlicht, weshalb sich dieses Muster mit einer Reduzierung der Sonneneinstrahlung durch Staub und Schwefel-Aerosole erklären lässt (Kiessling & Baron-Szabo 2004). Auch verstärkte Wassertrübung im Oberflächenwasser kommt als Faktor, der die zooxanthellaten Korallen stärker betroffen hat, in Frage. Als Verursacher für die Wassertrübung kommen die an der K/Pg-Grenze belegten marinen Rutschungen, Trübestrome und Tsunamis in Frage, die als Folge des Chicxulub-Impakts interpretiert werden (Claeys et al. 1998; Norris et al. 2000; Arz et al. 2001).

8.5.2. Lebensweise

In Neuquén und Chubut zeigt sich an der K/Pg-Grenze eine signifikante Abnahme der Epifauna in der relativen Häufigkeit der benthischen Molluskenfaunen. In Bajo de Añelo erreichen die epifaunalen Benthosorganismen erst ca. 23 m (ca. 2,5 Mio. Jahre) über der K/Pg-Grenze durchgehend den Werten des Maastrichtiums vergleichbare Anteile. Dies verdeutlicht, dass sich die benthischen Ökosysteme im Danium für einen langen Zeitraum von denen des Maastrichtiums stark unterscheiden haben, bevor die im unteren Danium etablierten Ökosysteme zugunsten von wieder stärker von Epifauna dominierten Faunengemeinschaften abgelöst wurden. Werden die lokalen Aussterberaten betrachtet, sind es tief-infaunale und epifaunale Bivalven, die besonders stark betroffen sind. Dieses Muster lässt sich durch die bereits bei den verschiedenen Ernährungsweisen erwähnten Selektivitätsmuster erklären, und zwar im Wesentlichen durch das Verschwinden der tief-infaunalen Tellinidae und die Verluste innerhalb der epifaunalen Suspensionsfresser. Es ist beim Vergleich zwischen überlebenden und ausgestorbenen Gattungen der Gesamtregion kein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Lebensweise festzustellen. Dies gilt sowohl für das regionale Aussterben als auch bei Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Ein direkter ursächlicher Zusammenhang zwischen Aussterberisiko und Lebensweise innerhalb benthischer Mollusken an der K/Pg-Grenze erscheint auch aufgrund anderer Untersuchungen unwahrscheinlich. So konnte global innerhalb der Bivalven während des K/Pg-Massenaussterbens keine Selektivität im Hinblick auf die Lebensweise festgestellt werden (Jablonski & Raup 1995). Lockwood (2004) untersuchte Muster der Veneroidea (Veneroidea, Arctoidea, Glossoidea) von Nordamerika und Europa im Zeitraum zwischen Ober-Kreide und Oligozän. Dabei zeigte sich an der K/Pg-Grenze keine Selektivität im Hinblick auf Morphologie und Ökologie. Nur eine schwache Tendenz zum erhöhten Aussterberisiko von Arten mit höherer Grabtiefe ist an der K/Pg-Grenze erkennbar. Nach der K/Pg-Grenze kristallisiert sich innerhalb der Veneroidea Nordamerikas und Europas ein Trend zu Arten mit tieferem Pallialsinus und damit tiefer eingegraben lebenden Arten heraus. Bei siphonaten Suspensionsfressern, wie den Veneriden, ist eine Relation zwischen dem Pallialsinus Index (Pallialsinuslänge/Schalenlänge) und der Grabtiefe vorhanden. Ein größerer Pallialsinus Index spricht für eine größere Grabtiefe (Kondo 1987).

Dagegen lassen sich während anderer Aussterbeereignisse erhöhte Aussterberaten bei infaunalen Bivalven beobachten, worauf beim Vergleich der K/Pg-Grenze mit anderen Massenaussterbeereignissen noch näher eingegangen wird.

8.5.3. Mobilität

Wird ein Massenaussterben von einer Planktonkrise ausgelöst, ist zu erwarten, dass Organismen mit aktiver Lebensweise und damit verbundenem höheren Energiebedarf stärker betroffen sind, als Organismen mit inaktiver Lebensweise und niedrigerem Energiebedarf (Rhodes & Thayer 1991). Dies würde einen Rückgang der Mobilität der Faunengemeinschaften im unteren Danium zur Folge haben.

Unter Ausschluss der Depositfresser und Chemosymbionten zeigt sich in Bajo de Añelo an der K/Pg-Grenze und im unteren Danium ein solcher erwarteter Rückgang der mittleren Mobilität. Die dortigen Profile sind aufgrund ihrer gleichmäßigen Sedimentation und des da-

her postulierten, über einen langen Zeitraum vergleichbaren, Milieus am ehesten für einen derartigen Vergleich zwischen Maastrichtium und Danium geeignet. Ab ca. 13 m über bzw. ca. 1,4 Mio. Jahre nach der K/Pg-Grenze erreicht die mittlere Mobilität Werte, die denen des oberen Maastrichtiums entsprechen. Damit sind die Veränderungen der mittleren Mobilität langfristiger als diejenigen der Individuenzahlen, aber nicht so langanhaltend wie die der Ernährungsweisen. Die Unterschiede in der Mobilität zwischen überlebenden und ausgestorbenen Gattungen der Gesamtregion sind jedoch nicht signifikant. Dass sich dieses Muster nur unter Ausschluss der Depositfresser und der Chemosymbionten feststellen lässt, spricht für den größeren Einfluss der Ernährungsweise gegenüber der Mobilität.

8.5.4. Larvalstadien

Während einer Planktonkrise ist von einem selektiven Überleben bzw. von einem Vorteil der Organismen mit nicht-planktotrophen Larvalstadien auszugehen, da diese während ihrer Larvalphase nicht auf Planktonpartikel als Nahrungsquelle angewiesen sind. Um planktotrophe und lecithotrophe bzw. nicht-planktotrophe Larvalstadien zu unterscheiden, ist das Vorhandensein und die Kenntnis des Protoconchs bzw. Prodissoconchs entscheidend. Beim vorliegenden Material sind nur in Ausnahmefällen Protoconche bei Gastropoden erhalten. Da innerhalb von Familien unterschiedliche Larvalstadien vorkommen (Scheltema & Williams 1983), ist leider kein Rezentvergleich möglich, um auf die Larvalstadien der vorliegenden Arten zurückschließen zu können. Selbst innerhalb einer Spezies wurden in Abhängigkeit von der geographischen Breite sowohl planktotrophe als auch lecithotrophe Larvalstadien beobachtet (Thorson 1950).

In den Arbeitsgebieten Patagoniens erleben infaunale Depositfresser und Chemosymbionten im Danium einen Aufschwung und sind dort im Vergleich zum Maastrichtium signifikant häufiger. Diese Gruppen besitzen nicht-planktotrophe Larvalstadien (Jablonski & Lutz 1983; Mackie 1984). Ob dieses Muster aber stärker von den größeren Überlebenschancen der pelagischen Larvalstadien oder vom Vorteil der adulten Organismen abhängt, ist zunächst nicht zu unterscheiden (Aberhan et al. 2007).

Möglicherweise liefert ein Vergleich mit Arbeiten zur Selektivität unterschiedlicher Larvalstadien verschiedener Organismen einen Hinweis auf den Einfluss, den die zeitweise im Plankton befindlichen Larvalphasen der benthischen Mollusken auf deren Faunenanteil haben. Es gibt verschiedene Arbeiten über Selektivitätsmuster von Makroinvertebraten an der K/Pg-Grenze. Sie lieferten jedoch keine Hinweise auf einen selektiven Vorteil eines bestimmten Larvaltyps. So zeigen innerhalb der Echinoideen Gruppen mit planktotrophen Larvalstadien zwar etwas höhere Aussterberaten als solche mit nicht-planktotrophen Larvalstadien, die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (Smith & Jeffery 1998). Auch Ergebnisse innerhalb der Scleractinia lieferten keinen Hinweis auf eine erhöhte Überlebenschance für einen bestimmten Larvaltyp (Kiessling & Baron-Szabo 2004). Unter prosobranchen Gastropoden der nordamerikanischen Küstenebene konnte an der K/Pg-Grenze ebenso kein vermindertes Aussterberisiko für Taxa mit nicht-planktotrophen Larvalstadien festgestellt werden (Jablonski 1986; Valentine & Jablonski 1986).

Eine regionale Studie zur K/Pg-Grenze der nördlichen atlantischen Küstenebene der USA (New Jersey, Delaware und Maryland), lieferte Hinweise auf eine Selektivität zwischen

verschiedenen Larvaltypen (Gallagher 1991). Die Faunengemeinschaften des Daniums wurden dort von Organismengruppen mit nicht-planktotrophen Larvalstadien (Schwämme, Brachiopoden) dominiert. Jedoch ist dabei festzuhalten, dass auch adulte Schwämme und Brachiopoden durch ihren geringen Nahrungspartikelbedarf bzw. die Spezialisierung auf besonders kleine Partikel im Vergleich zu vielen Mollusken während einer Produktivitätskrise im Vorteil sind. Daher ist die Selektivität in diesem Fall nicht eindeutig auf die Larvalphasen zu beziehen.

Die mehrfach festgestellte nicht vorhandene Selektivität zwischen Organismen mit planktotrophen und nicht-planktotrophen bzw. lecitotrophen Larvalstadien spricht dafür, dass durch das K/Pg-Ereignis vor allem die adulten Benthosorganismen betroffen waren. Es kann somit angenommen werden, dass sich die Produktivitätskrise vor allem am Meeresboden auswirkte. Es wurde angenommen, dass im Oberflächenwasser noch ausreichend Planktonpartikel verfügbar waren, während am Boden offenbar ein Mangel an verfügbaren suspendierten Nahrungspartikeln herrschte (Smith & Jeffery 1998). Durch den über einen langen Zeitraum von ca. 3 Mio. Jahren verminderten Planktontransport zum Meeresboden der Tiefsee (D'Hondt et al. 1998), lassen sich jedoch nicht die im Vergleich zur Tiefsee höheren Aussterberaten im Flachwasser erklären (Kiessling & Claeys 2001). Auf eine mögliche Ursache wird bei der Diskussion der Zeitdauer der Erholung nach der K/Pg-Grenze eingegangen.

8.5.5. Mineralogie

Der Vergleich zwischen den die K/Pg-Grenze überlebenden und den an selbiger aussterbenden Mollusken-Gattungen Patagoniens ergab keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf die drei unterschiedenen Mineralogien. Die Analysen der quantitativen Paläoökologie haben jedoch gezeigt, dass der Aragonit-Anteil in den Faunengemeinschaften des Daniums signifikant höher ist als in denjenigen des Maastrichtiums. Dies ist in der untersuchten Region Patagoniens aber mit einer Zunahme der Infauna im Danium gekoppelt.

Innerhalb des Planktons waren nicht alle Gruppen gleich stark betroffen. Diatomeen und Radiolarien haben im Vergleich zu Coccolithophoriden und Foraminiferen an der K/Pg-Grenze niedrigere Aussterberaten (Kiessling & Claeys 2001). Dies spricht für ein höheres Aussterberisiko von kalkigen im Vergleich zu kieseligen Plankton-Organismen.

Im Detail ist die Analyse der Selektivität im Hinblick auf verschiedene Schalen- bzw. Skelettmineralogien noch schwieriger zu interpretieren, da verschiedene Organismengruppen ihre Gehäuse auf unterschiedliche Weise bilden. Zum Teil werden die Schalen in direktem Kontakt zum Ozean- oder Porenwasser abgeschieden, während andere Schalen in durch Weichteile von der Umgebung abgegrenzten Teilen des Organismus gebildet werden.

8.5.6. Größe

Neben der Temperatur spielt auch die Ernährung eine Rolle für das Wachstum (Jørgensen 1975). Aufgrund der postulierten Planktonkrise an der K/Pg-Grenze und dem damit verbundenen Mangel an Nahrungspartikeln, ist mit Auswirkungen auf das Größenwachstum vorhandener Taxa bzw. die mittlere Größe einer Faunengemeinschaft zu rechnen, da sich entweder die Populationsgröße oder die Körpergröße reduziert (Twitchett 2001).

Zunächst werden die Veränderungen der mittleren Größe der Faunengemeinschaften betrachtet. In Bajo de Añelo konnte an der K/Pg-Grenze ein deutlicher Rückgang der mittleren Größe der Faunengemeinschaften festgestellt werden. Dort war während des gesamten Daniums die mittlere Größe im Vergleich zum Maastrichtium reduziert (Aberhan et al. 2007). Das beobachtete Muster lässt sich daher gut mit dem postulierten verringerten Nahrungsangebot erklären. Die Abnahme der mittleren Größe in den Faunengemeinschaften von Bajo de Añelo kann nun damit zusammenhängen, dass großwüchsige Taxa im Danium in geringerer Artenzahl und/oder Individuenzahl auftraten oder kann auf eine reduzierte Größe innerhalb überlebender Taxa im Danium zurückgeführt werden. Letzteres würde dem sogenannten „Lilliput-Effekt“ im eigentlichen Sinne entsprechen (Urbanek 1993). Eine verringerte Anzahl großwüchsiger Taxa nach der K/Pg-Grenze kann durch das Aussterben dieser Taxa bzw. das temporäre Nichtauftreten dieser Taxa verursacht werden. Eine dritte Möglichkeit wäre das Neuentstehen vorwiegend kleinwüchsiger Arten nach der K/Pg-Grenze (Twitchett 2007).

Nach den Veränderungen in den Faunengemeinschaften wird nun auf die Paläobiodiversitätsdynamik im Hinblick auf die Größe eingegangen. Im Arbeitsgebiet von Patagonien traten vor allem große Taxa im Danium nicht mehr auf, wie die Korrelation von Größe und lokalem Aussterben gezeigt hat. Der Vergleich der geometrischen Mittel des Maastrichtiums und des Daniums ergibt signifikant größere Werte für das Maastrichtium bei Betrachtung aller Arbeitsgebiete und spricht ebenfalls für eine Selektivität gegen großwüchsige Arten an der K/Pg-Grenze. Wird nur das Arbeitsgebiet von Bajo de Añelo berücksichtigt, ergibt sich für das Maastrichtium ein höherer Wert, der sich aber nicht signifikant von demjenigen des Daniums unterscheidet. Die regionalen Opfer zeigen im Vergleich zu den Überlebenden ebenfalls signifikant höhere Werte für die mittlere Größe der Gattungen.

Die Größe innerhalb einzelner Taxa ist im Danium interessanterweise nicht signifikant niedriger als im Maastrichtium. Da nur von 15 Taxa Werte für Maastrichtium und Danium vorliegen, ist es jedoch schwierig, dieses Ergebnis zu bewerten. Dennoch scheint die Größenentwicklung innerhalb einzelner Taxa nicht für die Abnahme der mittleren Größe der Faunengemeinschaften des Daniums verantwortlich gewesen zu sein. Vielmehr waren das selektive lokale Aussterben großwüchsiger Arten und der Individuenreichtum kleinwüchsiger Taxa in den Probenhorizonten des Daniums für das beobachtete Muster entscheidende Faktoren. Damit handelt es sich nicht um einen „Lilliput-Effekt“ im eigentlichen Sinne. Auf höherer taxonomischer Ebene fällt die Tatsache auf, dass innerhalb der Gattung *Camptonectes* im Danium ein sehr kleinwüchsiger Vertreter auftrat. Somit kann man in diesem Fall von einem „Lilliput-Effekt“ auf Gattungsniveau sprechen. Betrachtet man die mittleren Größen der Faunengemeinschaften bzw. Probenhorizonte als Resultat der zur Verfügung stehenden Nahrungsmenge, dann muss von einem vermindertem Nahrungsangebot im Danium ausgegangen werden.

Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu früheren Studien, die unter Bivalven keine Selektivität im Hinblick auf die Größe feststellen konnten (Jablonski & Raup 1995). Es muss hierbei jedoch bedacht werden, dass sich die Selektivität in Patagonien auf das lokale Aussterben bezieht. Bei Echinoideen des Daniums konnte in einer globalen Studie ein starker Rückgang der Größe im Vergleich zu ihren Vorläufern im Maastrichtium festgestellt werden (Smith & Jeffery 1998). Eine Reduzierung der Größe nach der K/Pg-Grenze ist auch in anderen Organismengruppen zu beobachten, z.B. planktischen Foraminiferen (Norris et al. 1999), benthischen Foraminiferen (Hottinger 1997) und kalkigem Nannoplankton (Gardin & Monechi 1998). Größenreduzierte Postextinktionsfaunen wurden auch aus anderen Stufen nach Massenaussterbeereignissen beschrieben, z.B. als Nachwirkung des P/Tr-Massenaussterbens (Twitchett 1999, 2007). Auch dort handelt es sich nur in den wenigsten Fällen um einen Lilliput-Effekt im eigentlichen Sinne. Als Ursache für das beobachtete Phänomen nach der P/Tr-Grenze wurden Anoxia oder Nahrungsknappheit angenommen (Twitchett 2007).

Nimmt man für großwüchsige Taxa einen vergleichsweise höheren Nahrungsbedarf und eine geringere Populationsgröße an, wird verständlich, wieso diese während Produktivitätskrisen im Fossilbericht leicht fehlen können. Kleinere Taxa besitzen aufgrund ihrer höheren Populationsgröße ein größeres Überlieferungspotenzial. Reagieren Taxa also mit einer verringerten Körpergröße auf eine Verknappung der Nahrung und behalten ihre Populationsgröße bei, ist die Wahrscheinlichkeit, sie im Fossilbericht zu finden größer als bei den Taxa, die mit verringerter Populationsgröße auf Nahrungsmangel reagieren (Twitchett 2001). Darauf ist wahrscheinlich ein Teil der beobachteten Größenreduzierung beispielsweise an der P/Tr-Grenze zurückzuführen (Price-Lloyd & Twitchett 2002). Auch die in Patagonien festgestellten Muster mit einem selektiven lokalen Verschwinden großer Taxa und der im Danium im Vergleich zum Maastrichtium nicht signifikant reduzierten Körpergröße innerhalb der Taxa lässt sich auf die verringerte Populationsgröße bei gleichbleibender Körpergröße zurückführen. Dafür spricht auch die kurzfristige Abnahme der Individuenzahl direkt oberhalb der K/Pg-Grenze in Bajo de Añelo. Eine Korrelation zwischen der mittleren Größe und der Häufigkeit bzw. den Individuenzahlen der Gattungen konnte in den Arbeitsgebieten Patagoniens nicht festgestellt werden.

8.5.7. Paläogeographische Verbreitung und Häufigkeit

Die lokalen und die korrigierten bzw. globalen Aussterberaten der Gesamtregion sprechen für ein höheres Aussterberisiko von endemischen Gattungen, welche die jeweils höchsten Aussterberaten zeigen, wohingegen keine der kosmopolitischen Gattungen ausstarb. Für ausgestorbene Gattungen ergibt sich im Vergleich zu den die K/Pg-Grenze überlebenden Gattungen ein niedrigerer Wert, d.h. eine geringere paläogeographische Verbreitung vor der K/Pg-Grenze. Dieser Unterschied ist jedoch sowohl bei der Analyse des regionalen als auch des globalen Aussterbens nicht signifikant. Unter den Gattungen des Arbeitsgebietes sind die Aussterberaten der Gattungen mit den zahlreichsten Vorkommen in der PBDB (Kategorie 3) am niedrigsten. Zwischen den global überlebenden und aussterbenden Gattungen des Arbeitsgebietes besteht ein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die drei Kategorien der Vorkommen, wobei sich höhere Werte, d.h. eine größere Anzahl an Vorkommen, für die überlebenden Gattungen ergeben.

Die Untersuchung eines globalen Datensatzes ergab für geographisch weit verbreitete Bivalven-Gattungen eine signifikant geringere Aussterbeintensität im Vergleich zu Gattungen mit enger geographischer Verbreitung (Jablonski & Raup 1995; Jablonski 2008). Unter den im Danium beobachteten Einwanderern bei marinen Mollusken, die im Maastrichtium nicht in einer Region vorhanden waren, befindet sich ein erhöhter Anteil von Taxa mit weiter geographischer Verbreitung (Jablonski 1998). Auch Studien an Scleractinia lieferten ein ähnliches Ergebnis, das für eine größere Aussterbewahrscheinlichkeit von Gattungen mit geringer geographischer Verbreitung spricht (Kiessling & Baron-Szabo 2004). Dagegen konnte innerhalb benthischer mariner Invertebraten des Phanerozoikums für verschiedene Massenaussterbeereignisse keine Selektivität im Hinblick auf die geographische Verbreitung festgestellt werden (Payne & Finnegan 2007). Diese spielte demnach während Hintergrundausterbeereignissen eine bedeutende Rolle, während der P/Tr-, Tr/J- und der K/Pg-Grenze hingegen war der Einfluss der paläogeographischen Verbreitung am geringsten. Für die Massenaussterbeereignisse mit geringer Selektivität der geographischen Verbreitung werden weitreichende globale Umwälzungen angenommen, die dazu führten, dass unabhängig von der geographischen Verbreitung ähnliche ökologische oder physiologische Eigenschaften von Gattungen beeinflusst wurden (Payne & Finnegan 2007). Das Registrieren der nicht vorhandenen Selektivität innerhalb benthischer mariner Invertebraten im Hinblick auf die geographische Verbreitung (Payne & Finnegan 2007) steht im Gegensatz zu den Studien, die nur die Bivalven beinhalten und eine signifikant geringere Aussterbeintensität unter geographisch weit verbreiteten Bivalven-Gattungen an der K/Pg-Grenze zeigen (Jablonski & Raup 1995; Jablonski 2008). Es ist denkbar, dass die differierenden Ergebnisse aus den unterschiedlichen Datensätzen (benthische Invertebraten vs. Bivalven) oder aus den Unterschieden in der Definition der verschiedenen paläogeographischen Regionen (Tektonische Platten vs. biogeographische Provinzen der Ober-Kreide) resultieren.

Die Analyse der regionalen Abundanz bzw. Häufigkeit lieferte keinen signifikanten Unterschied zwischen den die K/Pg-Grenze überlebenden und an selbiger ausgestorbenen Gattungen der untersuchten Gesamtregion Patagoniens. Lockwood (2003) untersuchte den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit (Abundanz) von Bivalven-Untergattungen des späten Maastrichtium der nordamerikanischen Küstenebene und ihrem Aussterben an der K/Pg-Grenze. Dabei konnte sie kein bevorzugtes Aussterben seltener Taxa feststellen, wie es Studien im Rezentbereich und im Fossilen aufzeigen (Gilpin & Soulé 1986; McKinney 1997). Diese Differenz zu rezenten Ökosystemen könnte ihre Ursache in der Möglichkeit haben, dass während Massenaussterbeereignissen andere Mechanismen wirkten als während Zeiten normalen Hintergrundausterbens (Jablonski 1986). Während für Hintergrundausterben geographisch begrenzte Prozesse angenommen werden, wirkten die Auslösemechanismen von Massenaussterbeereignissen global (Payne & Finnegan 2007). Dies wird durch die Studie eines globalen Datensatzes von benthischen Invertebraten der Trias und des Juras bestätigt. Sie lieferte für die meisten Stufen signifikant höhere Aussterberaten für Taxa mit begrenzter geographischer Verbreitung. An der Trias/Jura-Grenze dagegen sind die Aussterberaten von Taxa mit weiter und begrenzter geographischer Verbreitung nicht signifikant verschieden (Kiessling & Aberhan 2007).

Im Gegensatz zu einer weiten geographischen Verbreitung, die das Aussterberisiko von Bivalven an der K/Pg-Grenze offensichtlich minimierte, spielte die Häufigkeit eines Taxons eine geringere Rolle auf das Aussterberisiko an der K/Pg-Grenze.

8.6. Dauer der Erholung nach der K/Pg-Grenze

Betrachtet man die verschiedenen ökologischen Parameter, so ist festzustellen, dass die Zeitdauer der beobachteten Veränderungen und die Rückkehr zu den Bedingungen des Maastrichtiums, also die Erholungsphase, je nach Parameter unterschiedlich ist. Die abrupte Abnahme der Individuenzahl in Bajo de Añelo ist ein recht kurzfristiges Ereignis, die Individuenzahlen erreichen wenig über der K/Pg-Grenze (ca. 1 m, ca. 100 000 Jahre) bereits wieder das Niveau des obersten Maastrichtiums. Die Werte der mittleren Mobilität ohne Depositfresser und Chemosymbionten sind in Bajo de Añelo bis etwa 13 m über der K/Pg-Grenze (ca. 1,4 Mio. Jahre) niedriger als im Maastrichtium. Dagegen sind die Veränderungen der Faunengemeinschaften im Hinblick auf die Ernährungsweisen von wesentlich längerer Dauer. So finden sich in Bajo de Añelo erst im obersten Profilbereich ab etwa 23 m über der K/Pg-Grenze (ca. 2,5 Mio. Jahre) wieder stark von Suspensionsfressern dominierte Faunengemeinschaften, wie sie im oberen Maastrichtium bereits vorkamen. Auch die mittlere Größe der Faunengemeinschaften blieb während des gesamten Profilabschnitts im Danium von Bajo de Añelo (ca. 3 Mio. Jahre) hinter den Werten des Maastrichtiums zurück (Aberhan et al. 2007). Im Vergleich zu den deutlichen und langanhaltenden Nachwirkungen des K/Pg-Ereignisses auf die Paläoökologie ist bei der Betrachtung der Paläobiodiversitätsdynamik in Bajo de Añelo an der K/Pg-Grenze und im unteren Danium kein scharfer Einschnitt erkennbar. Die moderaten Aussterberaten und die im Gegensatz dazu deutliche Selektivität im Arbeitsgebiet, v.a. im Hinblick auf die Ernährungsweise, unterstützen die allgemein festgestellte Entkopplung von taxonomischer und ökologischer Entwicklung an der K/Pg-Grenze (McGhee et al. 2004). In ökologischer Hinsicht war das K/Pg-Massenaussterben nach dem Einschnitt an der Perm-Trias-Grenze am schwerwiegendsten, während die Umwälzungen auf taxonomischer Ebene im marinen Milieu an der K/Pg-Grenze deutlich schwächer waren. Für das terrestrische Milieu werden an der K/Pg-Grenze stärkere ökologische Auswirkungen angenommen als für marine Ökosysteme (McGhee et al. 2004).

Das Profil von Opaso umfasst im Danium einen Zeitraum von etwa 3 Mio. Jahren (Papú et al. 1999). Da die Veränderungen der Faunenzusammensetzung im Hinblick auf die Ernährungsweise bis ca. 5 m unter dem Profilende anhielten, ist von einem sehr lang anhaltenden Einfluss des K/Pg-Ereignisses auf die benthischen Lebensgemeinschaften auszugehen. Damit ergibt sich bei angenommener gleichmäßiger Sedimentationsgeschwindigkeit eine Zeitdauer von etwa 2,5 Mio. Jahren bis zur Etablierung trophischer Strukturen, wie sie im Maastrichtium vorherrschten.

Die Molluskenfauna der K/Pg-Grenze von Brazos River (Texas) zeigt eine Dominanz von Depositfressern im Danium, die sich über mehrere 100 000 Jahre erstreckte (Hansen et al. 1993, 2004). Erst an der Grenze der Foraminiferenzonen P1c und P1d wurden die Faunengemeinschaften von Brazos wieder von Suspensionsfressern dominiert, d.h. die Zeitdauer bis

eine dem obersten Maastrichtium vergleichbare trophische Zusammensetzung erreicht wurde, betrug etwa 2 Mio. Jahre (Hansen et al. 2004), was mit meinen Daten in Einklang steht.

Es wurden zwischen verschiedenen Regionen Unterschiede im zeitlichen Ablauf und im Muster der Erholung (Jablonski 1998) bzw. in der Zusammensetzung der Fauna festgestellt, wie das ausschließliche Vorkommen der Ostreidae, Carditidae, Cucullaeidae und Turritellidae als „bloom“ Taxa in der nordamerikanischen Golfküstenregion zeigt. In anderen Regionen konnte für diese Familien keine Blütezeit im Danium festgestellt werden (Hansen 1988). Dies verdeutlicht einmal mehr, dass die Erholungsmuster in verschiedenen Regionen stark variieren können.

Da auch im terrestrischen Milieu an der K/Pg-Grenze deutliche Veränderungen festzustellen sind, wird im Folgenden kurz auf die Zeitdauer der Erholungsphase im marinen und terrestrischen Milieu eingegangen. Sowohl die Untersuchungen terrestrischer Profile in Nordamerika (Arens & Jahren 2000) als auch Modellrechnungen (Lomax et al. 2001) sprechen für eine schnelle Erholung der terrestrischen Primärproduktion im Vergleich zur marinen Primärproduktion (D'Hondt et al. 1998). Die Aussterberaten von Landpflanzen sind ebenfalls geringer als die des marinen Mikroplanktons und unterstützen damit die Ergebnisse aus C-Isotopen-Untersuchungen und Modellrechnungen (Nichols et al. 1986; Keller 1988; Johnson et al. 1989). Die geringeren Aussterberaten von Landpflanzen lassen sich auf die Ausbildung von Pollen und Sporen als Ruhestadien zurückführen.

Die Primärproduktion war im marinen Oberflächenwasser vermutlich für wenige 100 000 Jahre verringert (Zachos et al. 1989; Stott & Kennett 1990). Der Transport von Planktonpartikeln zum Boden der Tiefsee war jedoch über einen wesentlich längeren Zeitraum vermindert. Als Ursache für diesen verminderten Transport zum Meeresboden wurde das Fehlen größerer Partikel von Biomasse, die zum Boden absinken konnten, angesehen, weil nach der K/Pg-Grenze vor allem Picoplankton vorkam und größere Nektonorganismen, die Koprolithen produzierten, fehlten. Marine Ökosysteme hatten sich über 3 Mio. Jahre nach der K/Pg-Grenze noch nicht vollständig wieder erholt, wobei für Flachwasser entsprechend der Etablierung der Primärproduktion im Oberflächenwasser aber von einer deutlich schnelleren Erholung ausgegangen werden kann (D'Hondt et al. 1998). Die Ergebnisse aus Texas (Hansen et al. 1993, Hansen et al. 2004) und Patagonien haben gezeigt, dass sich die Ökosysteme im Schelfbereich sehr langsam erholten und mindestens 2 Mio. Jahre benötigten bis die Faunenzusammensetzungen derjenigen des oberen Maastrichtiums ähnelten. Dafür kann im Flachwasser nicht das Fehlen von Planktonpartikeln verantwortlich gemacht werden. Offenbar gelang es Suspensionsfressern über diesen langen Zeitraum von mindestens 2 Mio. Jahren nicht, den Meeresboden in vielen Schelfbereichen wiederzubesiedeln und größere Individuenzahlen auszubilden. Möglicherweise konnten sie die für sie geeigneten ökologischen Nischen im unteren Danium zunächst nicht besetzen.

8.7. Ursache des K/Pg- Aussterbens und andere Massenaussterben

Als wahrscheinlichster Verursacher des Aussterbeereignisses an der K/Pg-Grenze gilt der Einschlag eines Meteoriten, der den Chicxulub Krater auf der Yucatán Halbinsel hinterließ (Hildebrand et al. 1991). Es wurden verschiedene Folgen dieses Impakts diskutiert, wie Verdunkelung durch Staub und Ruß, Waldbrände, Säuren Regen durch entstandene und freigesetzte Stickstoff- und Schwefelverbindungen, Abkühlung durch Schwefel-Aerosole etc. (Alvarez et al. 1980; Crutzen 1987; Prinn & Fegley 1987; Wolbach 1988; Pope 2002). Durch den Chicxulub-Impakt können große Mengen von Kohlenwasserstoffen, die in den kretazischen Sedimenten des Einschlaggebietes vorhanden waren, freigesetzt worden sein, wobei deren toxische Folgen auf die Lebewelt bisher unklar sind (Kenkmann et al. 2004; Lüders & Rickers 2004). Eine der Auswirkungen dieser Impaktfolgen war eine stark verminderte Primärproduktion, die durch die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Foraminiferen belegt ist (Zachos et al. 1989; Kaiho et al. 1999). Simulationen zu Auswirkungen von Säurem Regen auf Planktonorganismen belegten dessen starken Einfluss auf deren Überlebensfähigkeit. Einige Planktonorganismen bilden als Folge Säurem Regens keine Schale aus, können aber dennoch überleben. Daher scheint Säurer Regen als alleinige Ursache für die Planktonkrise an der K/Pg-Grenze nicht in Frage zu kommen (Griffis & Chapman 1990). Während Versauerung der Ozeane teilweise als wahrscheinlichster Aussterbemechanismus von Korallenriffen an der K/Pg-Grenze angesehen wird (Veron 2008), spricht die signifikant höhere Aussterberate von zooxanthellaten Korallen im Vergleich zu azooxanthellaten Korallen (Kiessling & Baron-Szabo 2004) für den stärkeren Einfluss der Abhängigkeit ersterer von deren Symbionten und der von diesen benötigten Sonneneinstrahlung. Auch der Anstieg des Aragonitanteils in den Proben des Daniums spricht für die Tatsache, dass eine Versauerung nicht der entscheidende Faktor für das Aussterbeereignis war. In diesem Fall wäre von einer schnelleren Auflösung des Aragonits im Vergleich zum Calcit auszugehen.

Die selektiven evolutionären und ökologischen Muster in Patagonien lassen sich durch eine Planktonkrise gut erklären. Hinweise auf eine Planktonkrise an der K/Pg-Grenze finden sich nicht nur im marinen Milieu. Auch in terrestrischen Lebensräumen waren Nahrungsnetze, die auf abgestorbenem organischen Material basierten, weniger stark betroffen als solche, die direkt von Primärproduzenten abhängig waren (Sheehan & Fastovsky 1992). Die Unterschiede im marinen Plankton liefern ebenfalls einen Hinweis auf die Planktonkrise. Plankton-Organismen, die mit der Fähigkeit ausgestattet waren, Ruhestadien auszubilden, waren an der K/Pg-Grenze weniger stark betroffen als Gruppen ohne diese Ruhestadien. So gibt es Hinweise auf eine verbesserte Überlebenschance der Diatomeen durch die Ausbildung von Ruhestadien, wie die Untersuchung laminierter mariner Sedimente aus hohen nördlichen Breiten gezeigt hat (Kitchell et al. 1986). Außerdem scheinen innerhalb des kalkigen Nannoplanktons Gattungen mit Cysten-ähnlicher Morphologie im Vorteil gewesen zu sein, wenn die entsprechenden Taxa keine Dauerstadien zum Überdauern bilden konnten (Bown 2005). Somit sind die Selektivitätsmuster verschiedener Lebensräume an der K/Pg-Grenze im Einklang mit der postulierten Planktonkrise und daraus resultierender Nahrungsmittelknappheit. Sie sind demnach konsistent mit den erwarteten Folgen eines Meteoriteneinschlags, aber auch denen von intensivem Vulkanismus.

Andere Massenaussterbeereignisse zeigen teilweise andere Muster, was auf andere Ursachen schließen lässt. Im Folgenden wird deshalb das Ereignis an der K/Pg-Grenze kurz mit anderen Aussterbeereignissen verglichen und dabei auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu diesen eingegangen.

8.7.1. Perm-Trias-Grenze (P/Tr-Grenze)

An der Perm-Trias-Grenze (P/Tr-Grenze) fand das größte Massenaussterben des Phanerozoikums statt (Erwin 1994). Die Aussterberate für marine Familien beträgt 54% (Stanley & Yang 1994). Es handelt sich um ein Aussterbeereignis, das zweigeteilt war und an der Grenze von Capitanium und Wuchiapingium sowie am Ende des Perms, also am Ende der Changshingium-Stufe, stattfand (Erwin et al. 2002).

Wie an der K/Pg-Grenze lässt sich auch an der P/Tr-Grenze ein negativer Ausschlag des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes beobachten. Als Ursache dafür werden neben einem Rückgang der Produktivität auch die Freisetzung großer Mengen von Methan-Hydraten in Betracht gezogen (Krull & Retallack 2000). Es wurden in vielen marinen und terrestrischen Abfolgen mehrere negative Ausschläge des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes an der P/Tr-Grenze beobachtet (de Wit et al. 2002), was sich gut mit der wiederholten, durch Erwärmung bedingten Freisetzung von Methan erklären lässt (Krull et al. 2004). Die globale Erwärmung, die zur Freisetzung des Methans führte, hängt möglicherweise mit der Entstehung der sibirischen Trapp-Basalte zusammen (Bowring et al. 1998; Krull & Retallack 2000). Für die P/Tr-Grenze wurde teilweise auch ein Meteoriteneinschlag angenommen, wobei die „Bedout Struktur“ vor der Nordwestküste Australiens als Impakt-Krater gedeutet wurde (Becker et al. 2004). Dies konnte jedoch aufgrund fehlender eindeutiger Impakt-Charakteristika nicht belegt werden. Stattdessen könnte es sich vielmehr um eine Struktur vulkanischen Ursprungs handeln (Gliksun 2004; Wignall et al. 2004).

Im Gegensatz zu früheren Annahmen handelte es sich beim P/Tr-Ereignis am Ende des Changshingium um ein kurzfristiges Ereignis, für das von manchen Autoren maximal 60 000 Jahre veranschlagt wurden (Rampino et al. 2000; Twitchett et al. 2001). Eine Parallele mit der K/Pg-Grenze ist die weitreichende Zerstörung der vor der Grenze vorherrschenden Vegetation (Ward et al. 2000). An der P/Tr-Grenze ist ein Pilz-Spike überliefert (Visscher et al. 1996), während direkt nach der K/Pg-Grenze ein Farn-Spike beobachtet wurde (z.B. Vajda et al. 2001). Neuere Untersuchungen in Neuseeland konnten auch für die K/Pg-Grenze einen Pilz-Spike belegen (Vajda & McLoughlin 2004). Palynologische Studien haben gezeigt, dass die Erholungsphase der terrestrischen Vegetation nach der P/Tr-Grenze länger dauerte als nach der K/Pg-Grenze (Vajda & McLoughlin 2007).

Wie im Abschnitt über die Größe bereits ausgeführt, war in der untersten Trias eine Größenreduzierung verschiedener Organismen festzustellen (Twitchett 1999, 2007). Dies stellt eine weitere Gemeinsamkeit mit der K/Pg-Grenze dar.

An der P/Tr-Grenze wurden zwischen verschiedenen Organismengruppen unterschiedlich hohe Aussterbeintensitäten beobachtet. Unter artikulaten Brachiopoden, Crinoiden, Korallen und stenolaematen Bryozoen wurden wesentlich höhere Aussterberaten im Vergleich zu Bivalven, Gastropoden, Arthropoden und Nautiloideen festgestellt (Erwin 1993). Somit sind artikulata Brachiopoden an der P/Tr-Grenze im Vergleich zur K/Pg-Grenze wesentlich

stärker betroffen als Bivalven. Die Aussterberaten von suspensionsfressenden Bivalven und artikulaten Brachiopoden unterscheiden sich an der K/Pg-Grenze im Gegensatz zur P/Tr-Grenze jedoch nicht signifikant (Rhodes & Thayer 1991). Ein Vergleich der Selektivität innerhalb der Bivalven zeigte sowohl für die P/Tr-Grenze als auch die K/Pg-Grenze höhere Aussterberaten der Suspensionsfresser im Vergleich zu Depositfressern. An beiden Grenzen sind die Aussterberaten für aktive, mobile suspensionsfressende Bivalven höher als für immobile Formen unter diesen (Rhodes & Thayer 1991). Die Unterschiede in der Aussterbeintensität zwischen artikulaten Brachiopoden und suspensionsfressenden Bivalven an der P/Tr-Grenze und der K/Pg-Grenze deuten auf unterschiedliche Ursachen der Aussterbeereignisse hin. An der K/Pg-Grenze lassen sich die beobachteten Selektivitätsmuster im Wesentlichen mit der Abnahme der verfügbaren Nahrungspartikel erklären. In Zeiten geringer Primärproduktion, wie an der K/Pg-Grenze, sind Brachiopoden mit ihrer niedrigen Stoffwechselrate im Vorteil, da sie nicht so viele Nahrungspartikel benötigen wie die Suspensionsfresser unter den Bivalven (Rhodes & Thompson 1993). Möglicherweise war die Reduzierung der Nahrungspartikel an der K/Pg-Grenze stärker als an der P/Tr-Grenze, weshalb sich nur an ersterer der Vorteil der artikulaten Brachiopoden gegenüber den Suspensionsfressern unter den Bivalven auswirkte. Denkbar ist auch eine andere Ursache des Aussterbeereignisses bzw. eine Verknüpfung mehrerer für das Aussterben an der P/Tr-Grenze verantwortlicher Faktoren. So wurden im Gegensatz zur K/Pg-Grenze an der P/Tr-Grenze beispielsweise Anoxia als Auslöser diskutiert (Erwin et al. 2002). Außerdem wurde der negative Ausschlag des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes teilweise nicht als Konsequenz einer Krise der Primärproduktion gedeutet, sondern als Oxidation von gespeichertem C_{org} (Holser & Magaritz 1992).

8.7.2. Trias-Jura-Grenze

Das Massenaussterbeereignis an der Trias-Jura-Grenze (Tr/J-Grenze) ist das am wenigsten verstandene Aussterbeereignis der „Big Five“ (Kiessling et al. 2007). Von marinen Benthosorganismen starben auf Gattungsniveau 41% aus (Kiessling et al. 2007). Auch an der Tr/J-Grenze wurde ein Rückgang des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes beobachtet, der in Verbindung mit einem Aussterben des marinen Planktons gebracht wurde (Ward et al. 2001). Als Ursache für das Massenaussterben an der Tr/J-Grenze wurde intensiver Vulkanismus in der Zentralatlantischen Magmatischen Provinz favorisiert, der u.a. zu Klimaänderungen geführt hat und möglicherweise auch für den Ausschlag des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes verantwortlich ist (Hesselbo et al. 2002).

Vielleicht können Muster der Selektivität an der Tr/J-Grenze einen Hinweis auf die Ursache des Aussterbens geben. Innerhalb der Bivalven konnte mittels eines globalen Datensatzes zwischen Ernährungsweise und Aussterberisiko kein Zusammenhang festgestellt werden (Kiessling et al. 2007). Dagegen zeigen infaunale Bivalven sowohl im globalen Maßstab (Kiessling et al. 2007) als auch in Europa (McRoberts & Newton 1995) an der Tr/J-Grenze eine höhere Aussterberate als epifaunale Bivalven. Als Erklärung für den Vorteil der epifaunalen gegenüber den infaunalen Bivalven wurde die geringere Filtrierleistung von infaunalen Bivalven angeführt, was sich während einer Phase mit geringerer Primärproduktion besonders nachteilig auswirkt (McRoberts & Newton 1995; McRoberts et al. 1995). Eine Studie an Trias-Jura-Grenzprofilen in Kanada zeigte, dass die infaunalen Bivalven dort bereits vor dem

negativen Ausschlag des $\delta^{13}\text{C}$ Wertes ausstarben (Wignall et al. 2007), was jedoch auf einen Signor-Lipps-Effekt zurückzuführen sein kann, da keine Konfidenzintervalle der stratigraphischen Reichweiten berücksichtigt wurden. Somit lässt sich nicht zweifelsfrei klären, ob ein Zusammenhang zwischen dem selektiven Aussterben der infaunalen Bivalven und der aufgrund des negativen Ausschlags des $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes vermuteten Produktivitätskrise an der Tr/J-Grenze bestand. Gegen eine Krise der marinen Primärproduktion als Ursache des Aussterbeereignisses spricht jedoch die fehlende Selektivität im Hinblick auf unterschiedliche Ernährungsweisen der Bivalven.

Damit ist auch das Aussterbeereignis an der Tr/J-Grenze wahrscheinlich auf eine andere Ursache als das K/Pg-Ereignis zurückzuführen, möglicherweise auf schnelle Klimaschwankungen in Folge des intensiven Vulkanismus (Kiessling et al. 2007). Dafür würden auch Ergebnisse von nordwesteuropäischen und südamerikanischen Bivalven des Unter-Jura (Pliensbachium, Toarcium) sprechen. Hier konnte ein ganz ähnliches Muster wie an der Tr/J-Grenze mit höheren Aussterberaten innerhalb infaunaler Bivalven festgestellt werden. Dies wurde im Unter-Jura aufgrund der weit verbreiteten Schwarzschiefer als Folge von Anoxia gedeutet (Aberhan & Baumiller 2003).

Während an der K/Pg-Grenze eine Tendenz zu einer Zunahme an Aragonit in den Schalen der Mollusken zu verzeichnen ist, wurde an der Tr/J-Grenze unter aragonitischen Bivalven ein signifikant erhöhtes Aussterberisiko festgestellt, welches auch bei ausschließlicher Betrachtung der Epifauna nachgewiesen ist (Hautmann 2004; Kiessling et al. 2007). Dies spricht für ein sehr stark durch den intensiven Vulkanismus in der Zentralatlantischen Magmatischen Provinz und den dadurch erhöhten CO_2 -Gehalt der Atmosphäre beeinflusstes Aussterbeereignis an der Tr/J-Grenze.

9. Schlussfolgerungen

Die korrigierten Aussterberaten der benthischen Mollusken an der K/Pg-Grenze von Neuquén und Chubut sind moderat (28,0% für Bivalven). Während Pteriomorpha und Tellinidae stark betroffen sind, zeigen Vertreter der Nuculoida und Lucinidae ein geringeres Aussterberisiko. Das Aussterben in den Molluskenfaunen der untersuchten Region Patagoniens war demnach selektiv. Des Weiteren besaßen kosmopolitische Gattungen der untersuchten Region ein geringeres Aussterberisiko als endemische Gattungen. Andere Regionen mit prominenten K/Pg-Grenzprofilen (Dänemark, Brazos River, Braggs) zeigen mit Patagonien vergleichbare moderate Aussterberaten. Somit ist keine Abhängigkeit zwischen der Aussterbeintensität und der Entfernung vom Chicxulub-Krater zu erkennen. Ein Unterschied zwischen Nord- und Südhalbkugel ist in der Aussterbeintensität daher nicht festzustellen. Die Paläobiodiversität war in den Arbeitsgebieten im Danium im Vergleich zum Maastrichtium signifikant niedriger. Dies ergaben die Analysen der Alpha-Paläobiodiversität, der Paläobiodiversität nach Rarefaction und der Shannon-Indizes. Die lokalen Paläobiodiversitätsmuster der untersuchten Profile zeigen, dass der Einschnitt der Paläobiodiversität an der K/Pg-Grenze nicht in allen Arbeitsgebieten deutlich war. Am ausgeprägtesten ist er im SM Profil, was aber auf das dortige oligo- bis mesohaline Milieu im Bereich der K/Pg-Grenze zurückzuführen ist. Die Faunen des untersten Danium setzten sich aus Überlebenden des K/Pg-Ereignisses zusammen. Erst später befinden sich Einwanderer, die von anderen Regionen bereits aus dem Maastrichtium bekannt sind, und neue Gattungen in den Faunengemeinschaften der untersuchten Profile. Bei den neuen Gattungen handelt es sich um solche, die im Danium nur aus Patagonien oder der südlichen Südhalbkugel bekannt waren.

Die postulierten paläoökologischen Veränderungen, welche als Folgen einer Krise der Primärproduktion erwartet wurden, konnten in den Faunengemeinschaften der Arbeitsgebiete nachgewiesen werden. In den am wenigsten durch Fazieswechsel beeinflussten Profilen von Bajo de Añelo zeigen die Individuenzahlen eine abrupte und kurz andauernde Abnahme direkt über der K/Pg-Grenze. Auch auf paläoökologischer Ebene ist in Patagonien eine Selektivität zu beobachten. Mit den flach-infaunalen Depositfressern der Nuculoida und den chemosymbiontischen Lucinidae waren die hungerresistenten Gruppen, die während einer Planktonkrise im Vorteil gegenüber Suspensionsfressern sind, im Danium von Neuquén und Chubut signifikant häufiger als im Maastrichtium. Oberflächen-Depositfresser waren im Danium im Vergleich zum Maastrichtium mit einem signifikant geringeren Faunenanteil vorhanden, was aus dem kompletten Verschwinden der Tellinidae resultiert. Die Unterschiede zwischen den Oberflächen-Depositfressern und den Vertretern der flach-infaunalen Depositfresser sind wahrscheinlich auf deren unterschiedliche Nahrungsquelle zurückzuführen. Da die Telliniden ihre Nahrungspartikel von der Sedimentoberfläche beziehen, sind sie stärker vom herabrieselnden Plankton abhängig als die Vertreter der Nuculoida und damit von einer Planktonkrise stärker betroffen als diese. Die im Danium im Vergleich zum Maastrichtium signifikant häufigeren Nuculoida und Lucinidae besitzen non-planktotrophe Larvalstadien. Daher sind im Danium Benthonten mit planktotrophen Larvalstadien, die direkt vom Planktonangebot abhängig sind, seltener als im Maastrichtium. Aufgrund anderer Studien ist aber von einem größeren Einfluss der adulten Benthosorganismen auf deren Faunenanteil auszugehen. In Bajo de

Añelo konnte im Danium im Vergleich zum Maastrichtium eine Verringerung der mittleren Größe der Faunengemeinschaften festgestellt werden. Diese Größenabnahme ist auf das lokale Verschwinden großwüchsiger Taxa an der K/Pg-Grenze und den Individuenreichtum kleiner Taxa im Danium zurückzuführen. Unter Ausschluss der hungerresistenten Gruppen der Depositfresser und Lucinidae lässt sich in Bajo de Añelo eine Abnahme der mittleren Mobilität beobachten.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen sich sehr gut mit einer Planktonkrise an der K/Pg-Grenze erklären. Aufgrund der abrupten Änderungen innerhalb der Faunengemeinschaften an der K/Pg-Grenze kann von einem kurzfristigen Ereignis an der K/Pg-Grenze ausgegangen werden. Die beobachteten Muster in Patagonien sind somit konsistent mit einem durch den Chicxulub-Impakt verursachten Aussterbeereignis. Die nachgewiesenen paläoökologischen Veränderungen der Faunengemeinschaften waren v.a. im Hinblick auf die Ernährungsweisen sehr langfristig (ca. 2,5 Mio. Jahre). Da in Schelfmilieus nicht von einem über einen so langen Zeitraum verminderten Planktontransport wie für die Tiefsee ausgegangen wird (D'Hondt et al. 1998), muss die langanhaltende Veränderung der trophischen Zusammensetzung der benthischen Molluskenfaunen im Danium eine andere Ursache haben. Nach der durch die Planktonkrise ausgelösten Umstrukturierung der Faunen dauerte es lange bis sich eine dem Maastrichtium gleichende, von Suspensionsfressern dominierte Benthosfauna etablierte. Offenbar gelang vielen Suspensionsfressern erst spät die Wiederbesiedlung des Meeresbodens mit anschließender Ausbildung größerer Individuenzahlen. An der P/Tr-Grenze und der Tr/J-Grenze sprechen die Selektivitäts-Muster wegen ihrer Differenzen zur K/Pg-Grenze gegen eine Planktonkrise als Auslöser der Massenaussterbeereignisse.

Die Paläobiodiversitätsdynamik und die ökologischen Muster der benthischen Mollusken Patagoniens an der K/Pg-Grenze sind nicht miteinander gekoppelt. Damit wird die starke Entkopplung von ökologischer und taxonomischer Entwicklung an der K/Pg-Grenze, die bei einem Vergleich der „Big Five“ registriert wurde, auf regionaler Ebene bestätigt (McGhee et al. 2004).

10. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Martin Aberhan und Wolfgang Kiessling bedanken, die diese Arbeit durch ihre Betreuung ermöglichten. Während der Durchführung der Arbeit standen sie mir mit wertvollen Anregungen, Tipps, Hilfe und Kritik zur Seite.

Der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) bin ich für die Finanzierung dieses Projektes im Rahmen des Graduiertenkollegs 503 „Massenaussterben und evolutive Transformationen“ dankbar.

Ein großes Dankeschön geht an Henning Scholz, der während der ersten Geländekampagne für mich eingesprungen ist, als ich nach einer Operation nicht geländetauglich war und nicht nach Argentinien fliegen konnte. Außerdem stand er mit Rat und Tat bei verschiedenen Funktionen von Computer-Programmen zur Seite.

Für die Organisation und Planung der Geländearbeit von argentinischer Seite möchte ich mich ganz besonders bei Roberto A. Scasso und Francisco A. Medina von der Universität Buenos Aires bedanken. Sie unterstützten mich auch bei der Organisation meines Aufenthaltes an der Universität Buenos Aires. Des Weiteren gilt mein Dank Silvio Casadío (Universität der La Pampa Provinz in Santa Rosa), der es mir ermöglichte, sein umfangreiches Material aus dem Maastrichtium und Danium Argentinien anzuschauen. Außerdem lieferte er interessante Hinweise zu den Profilen in der Sierra Huantraico und zur Taxonomie. Cecilia Mauna bin ich dankbar für die Unterstützung bei einigen organisatorischen Dingen während meines Aufenthalts in Santa Rosa. Bei Alberto Riccardi und Susana Damborenea möchte ich mich für die Unterstützung bei dem Besuch der Sammlung des Museo de la Plata in La Plata bedanken. An Lucas und Alejandro geht mein Dank für die Zusammenarbeit im Gelände. Jeffrey Stilwell und Sven Nielsen gilt mein Dank für die Diskussion und für wertvolle Anregungen in Bezug auf die taxonomische Bearbeitung.

Carola Radke möchte ich für die zahlreichen Fotos der patagonischen Fossilien danken.

Bei Hans-Hartmut Krüger und Evelin Stenzel möchte ich mich für die gelungene Präparation der Fossilien bedanken.

Florian Witzmann, Constanze Bickelmann sowie Saskia und David gilt mein Dank für das Lesen von Teilen des Manuskriptes und ihren hilfreichen Anregungen und Kommentaren dazu. Meinen Kollegen Anke Hoffmann und Alexander Kroupa bin ich für die Tipps und die Unterstützung beim Kampf mit diversen Programmen sehr dankbar.

Meinen Eltern gilt mein ganz besonderer Dank für ihre Unterstützung während dieser Arbeit.

11. Literaturverzeichnis

- Abdel Gawad, G. I. 1986. Maastrichtian non-cephalopod molluscs (Scaphopoda, Gastropoda and Bivalvia) of the Middle Vistula Valley, central Poland. – *Acta Geologica Polonica* 36 (1-3): 69-224.
- Aberhan, M. & Baumiller, T. K. 2003. Selective extinction among Early Jurassic bivalves: A consequence of anoxia. – *Geology* 31 (12): 1077-1080.
- Aberhan, M., Weidemeyer, S., Kiessling, W., Scasso, R. A. & Medina, F. A. 2007. Faunal evidence for reduced productivity and uncoordinated recovery in Southern Hemisphere Cretaceous-Paleogene boundary sections. – *Geology* 35 (3): 227-230.
- Adegoke, O. S. 1977. Stratigraphy and Paleontology of the Ewekoro Formation (Paleocene) of Southwestern Nigeria. – *Bulletins of American Paleontology* 71 (295): 1-379.
- Allan, R. S. 1926. Fossil Mollusca from the Waihao Greensands. – *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 56: 338-346.
- Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F. & Michel, H. V. 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. – *Science* 208: 1095-1108.
- Amler, M., Fischer, R. & Rogalla, N. 2000. *Muscheln*. Enke im Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Aragón, E. & Mazzoni, M. 1997. Geología y estratigrafía del Complejo Volcánico-Piroclástico del Río Chubut Medio (Eoceno), Chubut Argentina. – *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52 (3): 243-256.
- Archangelsky, S. 1974. Sobre una edad de la flora del Hunco, Provincia de Chubut. – *Ameghiniana* 11: 413-417.
- Arens, N. C. & Jahren, A. H. 2000. Carbon Isotope Excursion in Atmospheric CO₂ at the Cretaceous-Tertiary Boundary: Evidence from Terrestrial Sediments. – *Palaaios* 15: 314-322.
- Arz, J. A., Arenillas, I., Soria, A. R., Alegret, L., Grajales-Nishimura, J. M., Liesa, C. L., Meléndez, A., Molina, E. & Rosales, M. C. 2001. Micropaleontology and sedimentology across the Cretaceous/Tertiary boundary at La Ceiba (Mexico): impact -generated sediment gravity flows. – *Journal of South American Earth Sciences* 14: 505-519.
- Barrio, C. A. 1990. Late Cretaceous-Early Tertiary sedimentation in a semi-arid foreland basin (Neuquén Basin, western Argentina). – *Sedimentary Geology* 66: 255-275.
- Basse, E. 1932-1933. Paléontologie de Madagascar XVIII – Faune Malacologique du Crétacé supérieur du Sud-Ouest de Madagascar. – *Annales de Paléontologie* 21, 22: 1-117.
- Becker, L., Poreda, R. J., Basu, A. R., Pope, K. O., Harrison, T. M., Nicholson, C. & Iasky, R. 2004. Bedout: A possible End-Permian Impact Crater Offshore of Northwestern Australia. – *Science* 304: 1469-1476.
- Behrendsen, O. 1891. Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. – *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 43: 369-420.
- Berggren, W. A. & Miller, K. G. 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. – *Micropaleontology* 34 (4): 362-380.

- Bertels, A. 1969. Micropaleontologia y estratigrafia del limite Cretacico-Tertiario en Huantrai-co (Provincia del Neuquén). – *Ameghiniana* 6 (4): 253-280.
- Bertels, A. 1975. Ostracode ecology during the Upper Cretaceous and Cenozoic in Argentina. – *Bulletins of American paleontology* 65 (282): 317-351.
- Beu, A. G., Maxwell, P. A. & Brazier, R. C. 1990. Cenozoic Mollusca of New Zealand. – *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin* 58: 1-518.
- Böhm, J. 1903. Über Ostreen von General Roca am Río Negro. – *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 55 (4): 71-72.
- Bouchet, P. & Rocroi, J.-P. 2005. Classification and Nomenclator of Gastropod Families. – *Malacologia* 47 (1-2).
- Bown, P. 2005. Selective calcareous nannoplankton survivorship at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Geology* 33 (8): 653-656.
- Bowring, S. A., Erwin, D. H., Jin, Y. G., Martin, M. W., Davidek, K. & Wang, W. 1998. U/Pb Zircon Geochronology and Tempo of the End-Permian Mass extinction. – *Science* 280: 1039-1045.
- Bryan, J. R. & Jones, D. S. 1989. Fabric of the Cretaceous-Tertiary marine macrofaunal transition at Braggs, Alabama. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 69: 279-301.
- Burckhardt, C. 1902. Le Gisement Supracrétacique de Roca. – *Revista del Museo de La Plata* X.: 207-223.
- Camacho, H. H. 1953. Algunas consideraciones sobre Los "Aporrhaidae" fosiles Argentinos. – *Revista da la Asociación Geológica Argentina* 8 (3): 183-194.
- Camacho, H. H. 1967. Consideraciones sobre una fauna del Cretacico Superior (Maastrichtiano) del Paso del Sapo, curso medio del Rio Chubut. – *Ameghiniana* 5 (4): 131-134.
- Camacho, H. H. 1968. Acerca de la megafauna del Cretácico Superior de Huantraico, Provincia del Neuquen (Argentina). – *Ameghiniana* 5 (9): 321-332.
- Camacho, H. H. 1970. Nuevos fosiles de Cretácico Superior (Maestrichtiano) del Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza, Argentina. – *Ameghiniana* VII (4): 329-333.
- Camacho, H. H. 1992. Algunas consideraciones acerca de la transgresión marina Paleocena en la Argentina. – *Academia Nacional de Ciencias Miscelanea* 85: 3-41.
- Casadío, S. A. 1994. Estratigrafía y paleontología del intervalo Maastrichtiano – Daniano en el occidente de la Provincia de la Pampa. Unveröffentlichte Dissertation, Universidad Nacional de Córdoba.
- Casadío, S. 1998. Las Ostras del límite Cretácico-Paleógeno de la Cuenca Neuquina (Argentina). Su importancia bioestratigráfica y paleoecogeográfica. – *Ameghiniana* 35 (4): 449-471.
- Casadío, S. & Concheyro, A. (1992) Facies y Ambientes de sedimentacion en el limite Cretacico-Terciario de la Pampa, Argentina. *In*: III. Congreso Geológico de Espana y VIII. Congreso Latinoamericano de Geología, Actas tomo 4: 30-34.

- Casadío, S., Griffin, M. & Parras, A. 2005. *Camptonectes* and *Plicatula* (Bivalvia, Pteriomorpha) from the Upper Maastrichtian of northern Patagonia: palaeobiogeographic implications. – *Cretaceous Research* 26 (4): 507-524.
- Casadío, S. & Leanza, H. A. 1991. *Eubaculites argentinicus* (Weaver) (Cephalopoda-Ammonoidea) del Maastrichtiano del Oeste Central de la Argentina. – *Revista de la Asociación Geológica Argentina XLVI* (1-2): 26-35.
- Chiesa, J. O. & Camacho, H. H. 2001. Invertebrados marinos Eocenos de la parte inferior de la Formación Río Foyel, Provincia de Río Negro, Argentina. – *Revista Española de Paleontología* 16 (2): 299-316.
- Claeys, P., Smit, J., Montanari, A. & Alvarez, W. 1998. The Chicxulub impact crater and the Cretaceous-Tertiary boundary in the Gulf of Mexico region. – *Bull. Soc. géol. France* 169 (1): 3-9.
- Claeys, P., Kiessling, W. & Alvarez, W. 2002. Distribution of Chicxulub ejecta at the Cretaceous-Tertiary boundary. *In* Koeberl, C. & MacLeod, K. G. (Hrsg.). *Catastrophic Events and Mass extinctions: Impacts and Beyond*. – Geological Society of America Special Paper 356: 55-68.
- Conrad, T. A. 1860. Description of new species of Cretaceous and Eocene fossils of Mississippi and Alabama. – *Journal of the Academy of Sciences of Philadelphia, Serie 2* 4 (3): 275-298.
- Conrad, T. A. 1875. Descriptions of the new genera and species of fossil shells of Noah Carolina, in the State cabinet at Raleigh. *In* J. Turner (Hrsg.). *Report of the geological survey of North Carolina* 1: 1-28.
- Cope, K. H., Utgaard, J. E., Masters, J. M. & Feldmann, R. M. 2005. The fauna of the Clayton Formation (Paleocene, Danian) of southern Illinois: a case of K/P survivorship and Danian recovery. – *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 32: 97-108.
- Courtillot, V., Besse, J., Vandamme, D., Montigny, R., Jaeger, J. J. & Cappetta, H. 1986. Deccan flood basalts at the Cretaceous/Tertiary boundary? – *Earth and Planetary Science Letters* 80: 361-374.
- Cox, L. R. 1963. New Genera and Subgenera of Trigoniidae from Australia and Madagascar. – *Proceedings of the Malacological Society of London* 36: 49-53.
- Cox, L. R., Newell, N. D., Boyd, D. W., Branson, C. C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A. H., Dechaseaux, C., Fleming, C. A., Haas, F., Hertlein, L. G., Kauffman, E. G., Keen, A. M., LaRocque, A., McAlester, A. L., Moore, R. C., Nuttall, C. P., Perkins, B. F., Puri, H. S., Smith, L. A., Soot-Ryen, T., Stenzel, H. B., Trueman, E. R., Turner, R. D. & Weir, J. 1969. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca* 6, Bivalvia. The Geological Society of America & The University of Kansas.
- Crutzen, P. J. 1987. Acid rain at the K/T boundary. – *Nature* 330: 108-109.
- D'Hondt, S., Donaghay, P., Zachos, J. C., Luttenberger, D. & Lindinger, M. 1998. Organic carbon fluxes and ecological recovery from the Cretaceous-Tertiary mass extinction. – *Science* 282: 276-279.
- D'Orbigny, A. 1843-1847. *Paléontologie française. Terrains Crétacés, Pt. III Lamellibranchia*. G. Masson, Paris.

- D'Orbigny, A. 1850. Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. Masson, Paris.
- Dacque, E. 1939. Die Fauna der Regensburg-Kelheimer Okerkreide (mit Ausschluß der Spongien und Bryozoen). – Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung 45: 1-218.
- Darragh, T. A. & Kendrick, G. W. 1991. Maastrichtian Bivalvia (excluding Inoceramidae) from the Miria Formation, Carnarvon Basin, north western Australia. – Record of the Western Australian Museum, Suppl. 36: 1-102.
- Darragh, T. A. 1994. Paleocene bivalves from the Pebble Point Formation, Victoria, Australia. – Proceedings of the Royal Society of Victoria 106: 71-103.
- Darragh, T. A. 1997. Gastropoda, Scaphopoda, Cephalopoda and new Bivalvia of the Paleocene Pebble Point Formation, Victoria, Australia. – Proceedings of the Royal Society of Victoria 109 (1): 57-108.
- Del Río, C. J., Martinez, S. A., Stilwell, J. D. & Concheyro, A. 2007. Paleontology of the Cerros Bayos section, Roca Formation (Danian), La Pampa Province, Argentina. – Alcheringa 31: 241-269.
- de Wit, M. J., Gosh, J. G., de Villiers, S., Rakotosolof, N., Alexander, J., Tripathi, A. & Looy, C. 2002. Multiple organic carbon isotope reversals across the Permo-Triassic boundary of terrestrial Gondwana sequences: Clues to extinction patterns and delayed ecosystem recovery. – The Journal of Geology 110: 227-240.
- Dhondt, A. 1971. Systematic revision of *Entolium*, *Propeamussium* (Amusiidae) and *Syncyclonema* (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Boreal Cretaceous. – Bulletin Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique 47 (32): 1-95.
- Dhondt, A. 1972. Systematic revision of the Chlamydiae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous, Part 2: *Lyropecten*. – Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre 48 (7): 1-81.
- Dhondt, A. 1973. Systematic revision of the Chlamydiae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous, Part 3: *Chlamys* and *Mimachlamys*. – Bulletin Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre 49 (1): 1-134.
- Dhondt, A. 1975. Systematic revision of the Chlamydiae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous, Part 4: *Merklinia*. – Bulletin Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre 51 (7): 1-38.
- Doello-Jurado, M. 1927. Los Moluscos Fósiles de Agua Dulce. – Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina XXX: 407-416.
- Duplessis, M. R., Dufour, S. C., Blankenship, L. E., Felbeck, H. & Yayanos, A. A. 2004. Anatomical and experimental evidence for particulate feeding in *Lucinoma aequizonata* and *Parvilucina tenuisculpta* (Bivalvia: Lucinidae) from the Santa Barbara Basin. – Marine Biology 145: 551-561.
- Erwin, D. H. 1993. The great Paleozoic crisis. Columbia University Press, New York.
- Erwin, D. H. 1994. The Permo-Triassic extinction. – Nature 367 :231-236.
- Erwin, D. H., Bowring, S. A. & Yogan, J. 2002. End-Permian mass extinctions: A review. In Koeberl, C. & MacLeod, K. G. (Hrsg.). Catastrophic Events and Mass extinctions: Impacts and Beyond. – Geological Society of America Special Paper 356: 363-383.

- Evans, J. & Shumard, B. F. 1857. On some New Species of Fossils from the Cretaceous Formation of Nebraska Territory. – Transactions of the Academy of Science of St. Louis 1: 38-42.
- Farinati, E., Quattrocchio, M. & Labudia, C. 1987. Hallazgo del Maestrichtiano-Terciario fosilífero en el Bajo de Lanza Niyeu y Colan Conhué, comarca Nordpatagónica, provincia de Río Negro, Argentina. – X Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 153-157.
- Feruglio, E. 1935. Relaciones estratigráficas y faunísticas entre los estratos cretáceos y terciarios en la región del Lago Argentino y en la del Golfo de San Jorge (Patagonia). – Boletín de informaciones petroleras 130: 65-100.
- Feruglio, E. 1936. Palaeontographia Patagonica. – Memoire Istituto Geologico Reale Università Padova 11: 1-192.
- Feruglio, E. 1937. Palaeontographia Patagonica. – Memoire Istituto Geologico Reale Università Padova 11: 193-273.
- Finlay, H. J. 1924. The Molluscan Fauna of Target Gully: Part 1. – Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 55: 495-516.
- Finlay, H. J. 1927. A Further Commentary on New Zealand Molluscan Systematics. – Transactions and Proceedings of the Royal Society of New Zealand 57: 320-485.
- Finlay, H. J. & Marwick, J. 1937. The Wangaloan and Associated Molluscan Faunas of Kaitangata-Green Island Subdivision. – New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin 15: 1-140.
- Fleming, C. A. 1987. New Zealand Mesozoic Bivalves of the Superfamily Trigoniacea. – New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin 53: 1-104.
- Foote, M. 2000. Origination and extinction components of taxonomic diversity: Paleozoic and post-Paleozoic dynamics. – Paleobiology 26 (4): 578-605.
- Forbes, E. 1846. Report on the fossil Invertebrata from S. India, etc. – Transactions of the Geological Society of London 7: 97-174.
- Freneix, S. 1958. Etude complémentaire des Lamellibranches du Crétacé de Nouvelle-Calédonie. – Sciences de la Terre, Nancy 6 (1-2): 5-56.
- Freneix, S. 1980. Bivalves Néocrétacés de Nouvelle-Calédonie – Signification, Biogéographique, Biostratigraphique, Paléécologique. – Annales de Paléontologie Invertébrés, Extrait 66 (2): 67-134.
- Fritzsche, C. H. 1919. Eine Fauna aus Schichten der Kreide-Tertiärgrenze in der argentinischen Cordillere des südlichen Mendoza. - Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie: 359-369.
- Fürsich, F. T. 1994. Palaeoecology and evolution of Mesozoic salinity-controlled benthic macroinvertebrate associations. – Lethaia 26: 327-346.
- Gallagher, W. B. 1991. Selective extinction and survival across the Cretaceous/Tertiary boundary in the northern Atlantic Coastal Plain. – Geology 19: 967-970.
- Gallagher, W. B. 2002. Faunal changes across the Cretaceous-Tertiary (K-T) boundary in the Atlantic coastal plain of New Jersey: Reconstructing the marine community after the K-T mass extinction event. In Koeberl, C. & MacLeod, K. G. (Hrsg.). Catastrophic events and

- Mass Extinctions: Impacts and Beyond. – Geological Society of America Special Paper 356: 291-301.
- Gardin, S. & Monechi, S. 1998. Palaeoecological change in middle to low latitude calcareous nannoplankton at the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Bulletin de la Societe Geologique de France* 169: 709-723.
- Gerasimov, M. V. 2002. Toxins produced by meteorite impacts and their possible role in a biotic mass extinction. *In* Koeberl, C. & MacLeod, K. G. (Hrsg.). *Catastrophic events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. – Geological Society of America Special Paper 356: 705-716.
- Gilpin, M. E. & Soulé, M. E. 1986. Minimum viable populations: processes of species extinction. *In* M. E. Soulé (Hrsg.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. – Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts: 19-34.
- Glikson, A. 2004. Comment on "Bedout: A possible End-Permian Impact Crater Offshore of Northwestern Australia". – *Science* 306: 613b.
- Griffin, M. 1991. Eocene Bivalves from the Río Turbio Formation, Southwestern Patagonia (Argentina). – *Journal of Paleontology* 65 (1): 119-146.
- Griffin, M. & Hünicken, M. A. 1994. Late Cretaceous-Early Tertiary Gastropods from Southwestern Patagonia, Argentina. – *Journal of Paleontology* 68 (2): 257-274.
- Griffin, M., Casadío, S. & Parras, A. 2005. Maastrichtian and Danian species of *Turkosteini* (Ostreidae, Crassostreinae) from the Neuquén Basin, Argentina. – *Ameghiniana* 42 (2): 257-276.
- Griffis, K. & Chapman, D. J. 1990. Modeling Cretaceous-Tertiary boundary events with extant photosynthetic plankton: effects of impact-related acid rain. – *Lethaia* 23: 379-383.
- Håkansson, E. & Thomsen, E. 1999. Benthic extinction and recovery patterns at the K/T boundary in shallow water carbonates, Denmark. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 154: 67-85.
- Hansen, T. A. 1988. Early Tertiary radiation of marine molluscs and the long term effects of the Cretaceous-Tertiary extinction. – *Paleobiology* 14 (1): 37-51.
- Hansen, T., Farrand, R. B., Montgomery, H. A., Billman, H. G. & Blechschmidt, G. 1987. Sedimentology and extinction patterns across the Cretaceous-Tertiary boundary interval in East Texas. – *Cretaceous research* 8: 229-252.
- Hansen, T. A., Farrell, B. R. & Upshaw, B. 1993. The first 2 million years after the Cretaceous-Tertiary boundary in east Texas: rate and paleoecology of the molluscan recovery. – *Paleobiology* 19 (2): 251-265.
- Hansen, T. A., Kelley, P. H., Haasl, D. M. 2004. Paleoecological patterns in molluscan extinction and recoveries: comparison of the Cretaceous-Paleogene and Eocene-Oligocene extinction in North America. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 214: 233-242.
- Harper, E. M. 1991. The role of predation in the evolution of cementation in bivalves. – *Palaeontology* 34 (2): 455-460.
- Hautmann, M. 2004. Effect of end-Triassic CO₂ maximum on carbonate sedimentation and marine extinction. – *Facies* 50 :257-261.

- Hector, J. 1886. Outline of the Geology of New Zealand. Indian and Colonial Exhibition, N.Z. Court: Detailed Catalogue and Guide to the Geological Exhibits: 88 S.
- Heinberg, C. 1979. Bivalves from the white chalk (Maastrichtian) of Denmark, II: Arcoida. – Bulletin of the Geological Society of Denmark 27: 105-116.
- Heinberg, C. 1999. Lower Danian bivalves, Stevns Klint, Denmark: continuity across the K/T boundary. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 154: 87-106.
- Hesselbo, S. P., Robinson, S. A., Surlyk, F. & Piasecki, S. 2002. Terrestrial and marine extinction at the Triassic-Jurassic boundary synchronized with major carbon-cycle perturbation: A link to initiation of massive volcanism? – Geology 30 (3): 251-254.
- Hildebrandt, A. R., Penfield, G. T., Kring, D. A., Pilkington, M., Camargo Z., A., Jacobsen, S. B. & Boynton, W. V. 1991. Chicxulub Crater: A possible Cretaceous/Tertiary boundary impact on the Yucatán Peninsula, Mexico. – Geology 19: 867-871.
- Holser, W. T. & Magaritz, M. 1992. Cretaceous/Tertiary and Permian/Triassic boundary events compared. – Geochimica et Cosmochimica Acta 56: 3297-3309.
- Hottinger, L. 1997. Recovery of K-strategy and subsequent evolutionary events in benthic shallow foraminifera after the K-T boundary. – Conference Abstract Book: 30-31.
- Hupé, L. H. (1854) Zoologia. In Gay, C. (Hrsg.) Historia física y política de Chile Vol. 8. Paris.
- Hurlbert, S. H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. – Ecology 52: 577-586.
- Ichikawa, K. & Maeda, Y. 1963. Late Cretaceous Pelecypods from the Izumi Group Part III. Order Heterodontida (1). – Journal of Geosciences 7 (5): 113-145.
- Ihering, H. v. 1897. Os Molluscos dos terrenos terciários da Patagonia. – Revista do Museu Paulista 2: 217-382.
- Ihering, H. v. 1899. Die Conchylien der patagonischen Formation. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 2: 1-46.
- Ihering, H. v. 1903. Les mollusques des terrains Crétaciques Supérieurs de L'Argentine orientale. – Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Serie 2 3: 193-229.
- Ihering, H. v. 1907. Les mollusques fossiles du Tertiaire et du Crétacé supérieur de l'Argentine. – Anales del Museo Nacional, Buenos Aires, Serie 3 12: 1-611.
- Jablonski, D. 1986. Background and Mass extinctions: The Alternation of Macroevolutionary Regimes. – Science 231: 129-133.
- Jablonski, D. 1986. Larval ecology and macroevolution in marine invertebrates. – Bulletin of marine science 39 (2): 565-587.
- Jablonski, D. 1998. Geographic Variation in the Molluscan Recovery from the End-Cretaceous Extinction. – Science 279: 1327-1330.
- Jablonski, D. 2008. Extinction and the spatial dynamics of biodiversity. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105 (Supplement 1): 11528-11535.
- Jablonski, D. & Lutz, R. A. 1983. Larval ecology of marine benthic invertebrates: Paleobiological implications. – Biological Reviews 58: 21-89.
- Jablonski, D. & Raup, D. M. 1995. Selectivity of End-Cretaceous Marine Bivalve Extinctions. – Science 268 : 389-391.

- Jessen, A. & Ødum, H. 1923. Senon og Danien ved Voxlev. – Geological Survey of Denmark, Serie 2 39: 73 S.
- Johnson, K. R., Nichols, D. J., Attrep Jr, M. & Orth, C. J. 1989. High-resolution leaf-fossil record spanning the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Nature* 340: 708-711.
- Jones, D. S., Mueller, P. A., Bryan, J. R., Dobson, J. P., Channell, J. E. T., Zachos, J. C. & Arthur, M. A. 1987. Biotic, geochemical, and paleomagnetic changes across the Cretaceous/Tertiary boundary at Braggs, Alabama. – *Geology* 15: 311-315.
- Jørgensen, C. B. 1975. Comparative physiology of suspension feeding. – *Annual Review of Physiology* 37: 57-79.
- Kaiho, K., Kajiwar, Y., Tazaki, K., Ueshima, M., Takeda, N., Kawahata, H., Arinobu, T., Ishiwatari, R., Hirai, A. & Lamolda, M. A. 1999. Oceanic primary productivity and dissolved oxygen levels at the Cretaceous/Tertiary boundary: Their decrease, subsequent warming, and recovery. – *Paleoceanography* 14 (4): 511-524.
- Kamermans, P. 1994. Similarity in food source and timing of feeding in deposit- and suspension-feeding bivalves. – *Marine Ecology Progress Series* 104: 63-75.
- Keller, G. 1988. Biotic turnover in benthic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at El Kef, Tunisia. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66: 153-171.
- Keller, G., Adatte, T., Tantawy, A. A., Berner, Z., Stinnesbeck, W., Stueben, D. & Leanza, H. A. 2007. High stress late Maastrichtian – early Danian palaeoenvironment in the Neuquén Basin, Argentina. – *Cretaceous Research* 28: 939-960.
- Kelley, P. H. & Hansen, T. A. 1996. Recovery of the naticid gastropod predator-prey system from the Cretaceous-Tertiary and Eocene-Oligocene extinctions. *In* Hart, M. B. (Hrsg.). Biotic recovery from mass extinction events. – The Geological Society of London Special Publication 102: 373-386.
- Kenkmann, T., Wittmann, A. & Scherler, D. 2004. Structure and impact indicators of the Cretaceous sequence of the ICDP drill core Yaxcopoil-1, Chicxulub impact crater, Mexico. – *Meteoritics & Planetary Science* 39 (7): 1069-1088.
- Kiel, S. 2001. Taxonomy and Biogeography of Late Cretaceous Gastropoda. – Dissertation, Universität Hamburg: 1-162.
- Kiel, S. & Bandel, K. 1999. The Pugnelliidae, a new stromboidean family (Gastropoda) from the Upper Cretaceous. – *Paläontologische Zeitschrift* 73 (1/2): 47-58.
- Kiel, S. & Perrilliat, M. d. C. 2001. New gastropods from the Maastrichtian of the Mexcala Formation in Guerrero, southern Mexico, part I: Stromboidea. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 222 (3): 407-426.
- Kiessling, W. & Aberhan, M. 2007. Geographical distribution and extinction risk: lessons from Triassic-Jurassic marine benthic organisms. – *Journal of Biogeography* 34: 1473-1489.
- Kiessling, W., Aberhan, M., Brenneis, B. & Wagner, P. J. 2007. Extinction trajectories of benthic organisms across the Triassic-Jurassic boundary. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 244: 201-222.
- Kiessling, W., Aragón, E., Scasso, R., Aberhan, M., Kriwet, J., Medina, F. & Fracchia, D. 2005. Massive corals in Paleocene siliciclastic sediments of Chubut. – *Facies* 51: 233-241.

- Kiessling, W. & Baron-Szabo, R. C. 2004. Extinction and recovery patterns of scleractinian corals at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 214: 195-223.
- Kiessling, W. & Claeys, P. 2001. A Geographic Database Approach to the KT Boundary. *In* Buffetaut, E. and Koeberl, C. (Hrsg.). Geological and biological effects of impact events. – Springer, Berlin: 83-140.
- Kiessling, W., Scasso, R., Aberhan, M., Ruiz, L. & Weidemeyer, S. 2006. A Maastrichtian microbial reef and associated limestones in the Roca Formation of Patagonia (Neuquén Province, Argentina). – *Fossil Record* 9 (2): 183-197.
- Kitchell, J. A., Clark, D. L. & Gombos, A. M., Jr. 1986. Biological selectivity of extinction: a Link between background and mass extinction. – *Palaios* 1: 504-511.
- Kondo, Y. 1987. Burrowing depth of infaunal bivalves – observation of living species and its relation to shell morphology. – *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan* 148: 306-323.
- Kosnik, M. A. 2005. Changes in Late Cretaceous-early Tertiary benthic marine assemblages: analyses from the North American coastal plain shallow shelf. – *Paleobiology* 31 (3): 459-479.
- Kowalewski, M., Dulai, A. & Fürsich, F. T. 1998. A fossil record full of holes: The Phanerozoic history of drilling predation. – *Geology* 26 (12): 1091-1094.
- Krull, E. S., Lehrmann, D. J., Druke, D., Kessel, B., Yu, Y. Y. & Li, R. 2004. Stable carbon isotope stratigraphy across the Permian-Triassic boundary in shallow marine carbonate platforms, Nanpanjiang Basin, south China. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 204: 297-315.
- Krull, E. S. & Retallack, G. J. 2000. $\delta^{13}\text{C}$ depth profiles from paleosols across the Permian-Triassic boundary: Evidence for methane release. – *Geological Society of America Bulletin* 112 (9): 1459-1472.
- Lamarck, M. 1806. Sur les fossiles des environs de Paris. – *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle* 8: 156-166.
- Le Pennec, M., Beninger, P. G. & Herry, A. 1995. Feeding and digestive adaptations of bivalve molluscs to sulphide-rich habitats. – *Comparative Biochemistry and Physiology* 111A (2): 183-189.
- Leanza, A. F. 1945. Introducción al Estudio de la Paleontología. I-Pelecípodos (Continuación). – *Holmbergia* 4 (8): 77-100.
- Leanza, A. F. 1956. Una curiosa ostra del Terciario patagónico, *Ostrea imitatrix* n. sp. – *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 11 (1): 72-75.
- Leanza. 1993. Jurassic and Cretaceous Trigoniid Bivalves from West-Central Argentina. – *Bulletins of American Paleontology* 105 (343): 1-95.
- Leanza, H. A. & Casadío, S. 1991. Descripción de dos nuevas especies de *Pacitrigonia* Marwick y *Austrotrigonia* Skwarko (Trigoniidae; Bivalvia) en el Cretácico Superior del occidente de la provincia de la Pampa, Argentina. – *Revista Geológica de Chile* 18 (1): 25-35.

- Leanza, A. F. & Hünicken, M. 1970. Sobre la presencia del género *Roudaireia* en el Cretácico superior del Salitral de La Amarga (Dptm. Chicalco), Provincia de La Pampa, República Argentina. – *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25 (4): 489-494.
- Levy, R. 1967. Revisión de las Trigonias de Argentina. Parte 3. Los Pterotrigoniinae de Argentina. – *Ameghiniana* 45: 101-106.
- Lockwood, R. 2003. Abundance not linked to survival across the end-Cretaceous mass extinction: Patterns in North American Bivalves. – *Proceedings of the National Academy of Science* 100 (5): 2478-2482.
- Lockwood, R. 2004. The K/T event and infaunality: morphological and ecological patterns of extinction and recovery in veneroid bivalves. – *Paleobiology* 30 (4): 507-521.
- Lomax, B., Beerling, D., Upchurch Jr., G. & Otto-Bliesner, B. 2001. Rapid (10-yr) recovery of terrestrial productivity in a simulation of the terminal Cretaceous impact event. – *Earth and Planetary Science Letters* 192: 137-144.
- Lüders, V. & Rickers, K. 2004. Fluid inclusion evidence for impact-related hydrothermal fluid and hydrocarbon migration in Cretaceous sediments of the ICDP Chicxulub drill core Yax-1. – *Meteoritics & Planetary Science* 39 39 (7): 1187-1197.
- Macellari, C. E. 1984. Late Cretaceous stratigraphy, sedimentology, and macropaleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula. Dissertation, The Ohio State University.
- Mackie, G. L. 1984. Bivalves. In Tompa, A. S., Verdonk, N. H. & van den Biggelaar, J. A. M. (Hrsg.). *The Mollusca*. 7: Reproduction. Academic Press.
- Malumian, N., Camacho, H. H. & Gorrono, R. 1978. Moluscos del Terciario inferior ("Magallanense") de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Republica Argentina). – *Ameghiniana* 15 (3-4): 265-284.
- Manceñido, M. O. & Damborenea, S. E. (1984) Megafauna de invertebrados Paleozoicos y Mesozoicos. In IX. Congreso Geológico Argentino (S. C. de Bariloche), Vol. Relatorio II (5):413-465, Bariloche.
- Mantell, G. 1822. *Fossils of South Downs (Sussex)*.
- Marincovich, L. 1993. Danian Mollusks from the Prince Creek Formation, Northern Alaska, and Implications for Arctic Ocean Paleogeography. – *Journal of Paleontology*, Supplement 67 (III): 1-36.
- Marshall, B. A. 1978. The genus *Neilo* in New Zealand (Mollusca: Bivalvia). – *New Zealand Journal of Zoology* 5: 425-436.
- Marshall, C. R. & Ward, P. D. 1996. Sudden and Gradual Molluscan Extinction in the Latest Cretaceous of Western European Tethys. – *Science* 274: 1360-1363.
- Marshall, P. 1917. The Wangaloa Beds. – *Transactions and Proceedings of the New Zealand institute* 49: 450-460.
- Marwick, J. 1924a. The Tertiary and Recent Naticidae and Naricidae of New Zealand. – *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 55: 545-579.
- Marwick, J. 1924b. The Struthiolariidae. – *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 55: 161-190.
- Marwick, J. 1927. The Veneridae of New Zealand. – *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 57: 567-635.

- Marwick, J. 1928. The Tertiary Mollusca of the Chatham Islands including a Generic Revision of the New Zealand Pectinidae. – Transactions and proceedings of the New Zealand Institute 58 (4): 432- 506.
- Marwick, J. 1931. The Tertiary Mollusca of the Gisborne District. – Geological Survey of New Zealand, Palaeontological Bulletin 13: 1-177.
- Marwick, J. 1932. A new Trigonina from Canterbury. – Canterbury Museum, Reports 3: 505-509.
- Mazzoni, M., Kawashita, K., Harrinson, S. & Aragón, E. 1991. Edades radimétricas eocenas en el borde occidental del Macizo Norpatagónico. – Revista de la Asociación Geológica Argentina 46 (1-2): 150-158.
- McClure, M. & Bohonak, A. J. 1995. Non-selectivity in extinction of bivalves in the Late Cretaceous of the Atlantic and Gulf Coastal Plain of North America. – Journal of Evolutionary Biology 8: 779-794.
- McGhee Jr., G. R., Sheehan, P. M., Bottjer, D. J. & Droser, M. L. 2004. Ecological ranking of Phanerozoic biodiversity crisis: ecological and taxonomic severities are decoupled. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 211: 289-297.
- McKinney, M. L. 1997. Extinction vulnerability and selectivity: Combining ecological and paleontological views. – Annual Review of Ecology and Systematics 28: 495-516.
- McRoberts, C. A. & Newton, C. R. 1995. Selective extinction among end-Triassic European bivalves. – Geology 23 (2): 102-104.
- McRoberts, C. A., Newton, C. R. & Allasinaz, A. 1995. End-Triassic Bivalve extinction: Lombardian alps, Italy. – Historical Biology 9: 297-317.
- Medina, F. A. C., H.H.; Malagnino, E.C. (1990) Bioestratigrafía del Cretácico Superior – Paleoceno marino de la Formación Lefipán, Barranca de los Perros, Río Chubut, Chubut. In: V. Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Tucuman, Serie Correlacion geologica 7: 137-142.
- Medina, F. A. & Olivero, E. 1994. Paleontología de la Formación Lefipán (Cretácico-Terciario) en el valle medio del Río Chubut. – Revista de la Asociación Geológica Argentina 48: 104.
- Meek, F. B. 1864. Check list of the invertebrate fossils of North America, Cretaceous Formation. – Notes and explanations: Smithsonian miscellaneous collections 7: 1-26, 31-38.
- Meek, F. B. 1873. Preliminary paleontological report, consisting of lists and descriptions of fossils, with remarks on the ages of the rocks in which they were found, etc. – Report of the United States Geological Survey of the territories 6: 431-518.
- Meek, F. B. 1876. A report on the invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the Upper Missouri county. – Report of the United States Geological Survey of the territories 9: 629 S.
- Meek, F. B. & Hayden, F. V. 1856. Descriptions of twenty-eight new species of Acephala and one gasteropod, from the Cretaceous formations of Nebraska Territory. – Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 8: 81-87.
- Morton, S. G. 1834. Synopsis of the Organic Remains of the Cretaceous Group of the United States. Key & Biddle, Philadelphia.

- Munier-Chalmas, E. 1881. Extraits de la Mission de M. le Commandant Dru dans les Chotts tunisiens (1878, 1879). Impr. G. Chamerot, Paris.
- Newton, R. B. 1909. Cretaceous Gastropoda and Pelecypoda from Zululand. – Transactions of the Royal Society of South Africa 1 (1): 1-106.
- Nichols, D. J., Marzen, D. M., Orth, C. J. & Oliver, P. Q. 1986. Palynological and Iridium Anomalies at Cretaceous-Tertiary Boundary, South-Central Saskatchewan. – Science 231: 714-717.
- Nilsson, S. 1827. Petrificata Suecana formationis cretaceae, descripta et iconibus illustrata. Pars Prior, Vertebrata et Mollusca sistens. Londini Gothorum (Lund).
- Norris, R. D., Firth, J., Blusztajn, J. S. & Ravizza, G. 2000. Mass failure of the North Atlantic margin triggered by the Cretaceous-Paleogene bolide impact. – Geology 28 (12): 1119-1122.
- Norris, R. D., Huber, B. T. & Self-Trail, J. 1999. Synchronicity of the K-T oceanic mass extinction and meteorite impact: Black Nose, western North Atlantic. – Geology 27: 419-422.
- O'Keefe, J. D. & Ahrens, T. J. 1989. Impact production of CO₂ by the Cretaceous/Tertiary extinction bolide and the resultant heating of the earth. – Nature 338: 247-249.
- Oleinik, A. E. & Zinsmeister, W. J. 1996. Paleocene diversification of bucciniform gastropods on Seymour Island, Antarctica. – Journal of Paleontology 70 (6): 923-934.
- Olivero, E. B., Medina, F. A. & Camacho, H. H. 1990. Nuevos hallazgos de Molluscos con afinidades australes en la Formacion Lefipan (Cretacico Superior, Chubut): Significado Paleogeografico. – V Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas I, Serie Correlacion Geologica 7: 129-135.
- Ortmann, A. E. 1902. Tertiary Invertebrates. – Reports of The Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899 4 (2): 45-332.
- Papú, O. H. 1988. Estudio palinológico de la Formación Paso del Sapo (Cretácico superior) en la localidad de "Los Fortines", Valle Medio del Río Chubut. Parte II: Esporas triletes Murornati, Tricassati y esporas monoletes. – 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 3: 75-83.
- Papú, O. H., Prámparo, M. B., Náñez, C. & Concheyro, A. 1996. Palynology and micropaleontology of the Jagüel Formation (Maastrichtian-Danian), Opató section, Neuquen Basin, Argentina. – Simposio "Paleogeno de America del Sur" Resúmenes, Buenos Aires: 26 S.
- Papú, O. H., Prámparo, M. B., Nanez, C. & Concheyro, A. 1999. Palinología y Micropaleontología de la Formacion Jagüel (Maastrichtiano-Daniano), Perfil Opató, Cuenca Neuquina, Argentina. – Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 33: 17-31.
- Parma, S. G. & Casadío, S. 2005. Upper Cretaceous - Paleocene Echinoids from northern Patagonia, Argentina. – Journal of Paleontology 79 (6): 1072-1087.
- Parodiz, J. J. & Hennings, L. 1965. The *Neocorbicula* (Mollusca, Pelecypoda) of the Parana-Uruguay Basin, South America. – Annals of Carnegie Museum 38 (3): 69-96.

- Parras, A. M. 1999. Estratigrafía y paleontología del Grupo Malargüe (Limite Cretácico – Paleogeno), en la Provincia de Mendoza Tomo I. – Dissertation, Universidad Nacional de Córdoba.
- Paul, C. R. C. & Mitchell, S. F. 1994. Is famine a common factor in marine mass extinctions? – *Geology* 22: 679-682.
- Payne, J. L. & Finnegan, S. 2007. The effect of geographic range on extinction risk during background and mass extinction. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (25): 10506-10511.
- Perrilliat, M. d. C. & Vega, F. J. 1997. A new species of *Calyptraphorus* (Mesogastropoda: Strombidae) from the Maastrichtian of southern Mexico; some paleobiogeographic and evolutionary implications. – *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 29 (4): 119-128.
- Perron, F. E. 1978. Seasonal burrowing behavior and ecology of *Aporrhais occidentalis* (Gastropoda: Strombacea). – *Biological Bulletin* 154 (3): 463-471.
- Petersen, C. S. 1946. Estudios Geológicos en la región del Río Chubut Medio. – Dirección General de Minas y Geología, Boletín 59: 1-137.
- Philippi, R. A. 1887. Die Tertiären und Quartären Versteinerungen Chiles. F. A. Brockhaus, Leipzig.
- Pope, K. O. 2002. Impact dust not the cause of the Cretaceous-Tertiary mass extinction. – *Geology* 30 (2): 99-102.
- Pope, K. O., Baines, K. H., Ocampo, A. C. & Ivanov, B. A. 1994. Impact winter and the Cretaceous/Tertiary extinctions: Results of a Chicxulub asteroid impact model. – *Earth and Planetary Science Letters* 128: 719-725.
- Pospichal, J. J. 1996. Calcareous nannoplankton mass extinction at the Cretaceous/Tertiary boundary: An update. In Ryder, G., Fastovsky, D. & Gartner, S. (Hrsg.). *The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History*. – Geological Society of America Special Paper 307: 335-360.
- Price-Lloyd, N. & Twitchett, R. J. 2002. The Lilliput effect in the aftermath of the end-Permian mass extinction event. – *Geological Society of America Abstracts with Programs* 34 (6): 355.
- Prinn, R. G. & Fegley, B. J. 1987. Bolide impacts, acid rain, and biospheric traumas at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Earth and Planetary Science Letters* 83: 1-15.
- Ramos, V. A. 1981. Descripción geológica de la hoja 33c, Los Chihuidos Norte, provincia del Neuquén. – Argentina, Servicio Geológico Nacional, Boletín 182: 1-103.
- Rampino, M. R., Prokoph, A. & Adler, A. 2000. Tempo of the end-Permian event: High resolution cyclostratigraphy at the Permian-Triassic boundary. – *Geology* 28 (7): 643-646.
- Raup, D. M. 1991. The future of analytical paleobiology. In Gilinsky, N. L. & Signor, P. W. (Hrsg.). *Analytical Paleobiology*. – Short Courses in paleontology, Paleontological Society: 207-216.
- Raup, D. M. & Jablonski, D. 1993. Geography of End-Cretaceous Marine Bivalve Extinction. – *Science* 260: 971-973.

- Raup, D. M. & Sepkoski, J. J. 1982. Mass Extinctions in the Marine Fossil Record. – *Science* 215: 1501-1503.
- Reid, R. G. B. & Reid, A. 1969. Feeding processes of members of the genus *Macoma* (Mollusca: Bivalvia). – *Canadian Journal of Zoology* 47: 649-657.
- Rennie, J. V. L. 1930. New Lamellibranchia and Gastropoda from the Upper Cretaceous of Pondoland (with an appendix on some species from the Cretaceous of Zululand). – *Annals of the South African Museum* 28 (2): 159-260.
- Rhodes, M. C. & Thayer, C. W. 1991. Mass extinctions: Ecological selectivity and primary production. – *Geology* 19: 877-880.
- Rhodes, M. C. & Thompson, R. J. 1993. Comparative physiology of suspension-feeding in living brachiopods and bivalves: evolutionary implications. – *Paleobiology* 19 (3): 322-334.
- Riccardi, A. C. 1988. The Cretaceous system of southern South America. – *Geological Society of America, Memoir* 168.
- Riera, P., Stal, L. J., Nieuwenhuize, J., Richard, P., Blanchard, G. & Gentil, F. 1999. Determination of food sources for benthic invertebrates in a salt marsh (Aiguillon Bay, France) by carbon and nitrogen stable isotopes: importance of locally produced sources. – *Marine Ecology Progress Series* 187: 301-307.
- Rodriguez, M. F., Getino, P. R. & Sepulveda, E. G. (1995) Elementos faunísticos del Cretácico-Terciario marino en el rincón de Colitro grande, Provincia de Río Negro. *In* VI. Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 239-246.
- Roemer, F. A. 1841. Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges, Hannover.
- Rossi, F., Herman, P. M. J. & Middelburg, J. J. 2004. Interspecific and intraspecific variation of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in deposit- and suspension-feeding bivalves (*Macoma balthica* and *Cerastoderma edule*): Evidence of ontogenetic changes in feeding mode of *Macoma balthica*. – *Limnology and oceanography* 49 (2): 408-414.
- Roy, K. 1994. Effects of the Mesozoic Marine Revolution on the taxonomic, morphologic, and biogeographic evolution of a group: aporrhaid gastropods during the Mesozoic. – *Paleobiology* 20 (3): 274-296.
- Ruiz, L., Scasso, R. A., Aberhan, M., Kiessling, W., Bande, A., Medina, F. A. & Weidemeyer, S. (2005) La Formación Lefipán en el Valle Medio del Río Chubut: ambientes sedimentarios y su relación con la tectónica del Cretácico Tardío-Paleoceno. *In*: XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 231-238. La Plata.
- Saul, L. R. 1988. New Late Cretaceous and Early Tertiary Perissityidae (Gastropoda) from the Pacific slope of North America. – *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 400: 1-25.
- Scasso, R. A., Concheyro, A., Kiessling, W., Aberhan, M., Hecht, L., Medina, F. A. & Tagle, R. 2005. A tsunami deposit at the Cretaceous/Paleogene boundary in the Neuquén Basin of Argentina. – *Cretaceous Research* 26: 283-297.
- Scasso, R. A., Ruiz, L., Aberhan, M., Weidemeyer, S., Kiessling, W. & Medina, F. A. Eingereicht. The Maastrichtian-Paleocene Lefipán Formation in Patagonia (Chubut Province, Argentina): non-actualistic deltas in a tide-dominated subtropical shelf embayment.

- Scheltema, R. S. & Williams, I. P. 1983. Long-distance dispersal of planktonic larvae and the biogeography and evolution of some Polynesian and Western Pacific mollusks. – *Bulletin of marine science* 33 (3): 545-565.
- Schiller, W. 1922. Los sedimentos marinos del limite entre el Cretaceo y Terciario de Roca en la Patagonia septentrional. – *Revista del Museo de La Plata* XXVI: 256-280.
- Schultz, P. H. & D'Hondt, S. 1996. Cretaceous-Tertiary (Chicxulub) impact angle and its consequences. – *Geology* 24 (11): 963-967.
- Sepkoski, J. J. J. 2002. A compendium of fossil marine animal genera. – *Bulletins of American Paleontology* 363: 1-563.
- Sheehan, P. M. & Fastovsky, D. E. 1992. Major extinctions of land-dwelling vertebrates at the Cretaceous-Tertiary boundary, eastern Montana. – *Geology* 20: 556-560.
- Sheehan, P. M. & Hansen, T. A. 1986. Detritus feeding as a buffer to extinction at the end of the Cretaceous. – *Geology* 14: 868-870.
- Sheehan, P. M., Coorough, P. J. & Fastovsky, D. E. 1996. Biotic selectivity during the K/T and Late Ordovician extinction events. *In* Ryder, G., Fastovsky, D. & Gartner, S. (Hrsg.). *The Cretaceous-Tertiary Event and other Catastrophes in Earth History*. – Geological Society of America Special Paper 307: 477-489.
- Signor, P. W. & Lipps, J. H. 1982. Sampling bias, gradual extinction patterns and catastrophes in the fossil record. *In* Silver, L. T. & Schultz, P. H. (Hrsg.). *Geological implications of impacts of large asteroids and comets on the Earth*. – Geological Society of America Special Paper 190: 291-296.
- Sigurdsson, H., D'Hondt, S. & Carey, S. 1992. The impact of the Cretaceous/Tertiary bolide on evaporite terrane and generation of major sulfuric acid aerosol. – *Earth and Planetary Science Letters* 109: 543-559.
- Simberloff, D. S. 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. – *American Naturalist* 106: 414-418.
- Singleton, F. A. 1943. An Eocene Molluscan Fauna from Victoria. – *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 55: 267-278.
- Smith, A. B. & Jeffery, C. H. 1998. Selectivity of extinctions among sea urchins at the end of the Cretaceous period. – *Nature* 392: 69-71.
- Sobetzki, B. A. 1977. Bivalve molluscs of Late Cretaceous platform seas in the southwest of the USSR. – *Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk USSR* 159: 1-256.
- Sowerby, J. 1812-15. *The Mineral Conchology of Great Britain*, London.
- Sowerby, J. d. C. 1836. The strata between the Chalk and the Oxford Oolite. – *Transactions of the Geological Society of London*; Serie 2 4: 346-347.
- Spalletti, L. A. 1996. Estuarine and shallow-marine sedimentation in the Upper Cretaceous-Lower Tertiary west-central Patagonian Basin (Argentina). *In* De Batist, M. & Jacobs, P. (Hrsg.). *Geology of Siliciclastic Shelf Seas*. – Geological Society Special Publications 117: 81-93.
- Speden, I. G. 1970. The Type Fox Hills Formation, Cretaceous (Maastrichtian), South Dakota, Part 2. Systematics of the Bivalvia. – *Peabody Museum of Natural History Yale University, Bulletin* 33: 1-222.

- Stanley, S. M. 1970. Relation of Shell Form to Life Habits of the Bivalvia (Mollusca). – The Geological Society of America Memoir 125: 1-296.
- Stanley, S. M. & Yang, X. 1994. A double mass extinction at the end of the Paleozoic Era. – Science 266: 1340-1344.
- Stanton, T. W. 1893. The Colorado Formation and its invertebrate fauna. – Bulletin of the United States Geological Survey 106: 1-283.
- Stanton, T. W. 1896. The faunal relations of the Eocene and Upper Cretaceous on the Pacific Coast. – United States Geological Survey, 17th Annual Report Pt.1: 1011-1060.
- Stanton, T. W. 1901. The marine Cretaceous Invertebrates. – Reports of The Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899 4 – Palaeontology (1): 1-43.
- Stephenson, L. W. 1923. The Cretaceous Formations of North Carolina Part I Invertebrate Fossils of the Upper Cretaceous Formations. – North Carolina Geological and Economic Survey 5: 1-408.
- Stilwell, J. D. 1993. New Early Paleocene Mollusca from the Wangaloa Formation of South Island, New Zealand. – Journal of Paleontology 67 (3): 360-369.
- Stilwell, J. D. 1994. Latest Cretaceous to early Paleogene molluscan faunas of New Zealand: Changes in composition as a consequence of the break-up of Gondwana and extinction. – Dissertation: 1630 S.
- Stilwell, J. D. 1998. Late Cretaceous Mollusca from the Chatham Islands, New Zealand. – Alcheringa 22: 29-85.
- Stilwell, J. D. 2000. Eocene Mollusca (Bivalvia, Gastropoda and Scaphopoda) from McMurdo Sound: Systematics and paleoecologic significance. – Antarctic Research Series 4: 261-320.
- Stilwell, J. D. 2003. Patterns of biodiversity and faunal rebound following the K-T boundary extinction event in Austral Palaeocene molluscan faunas. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 195: 319-356.
- Stilwell, J. D. 2003. Diversity, distribution, and evolutionary history of the Austral, Late Cretaceous to Eocene, gastropod *Struthioptera* (Stromboidea: Aporrhaidae). – Journal of the Royal Society of New Zealand 33 (1): 315-340.
- Stilwell, J. D. & Zinsmeister, W. J. 1992. Molluscan Systematics and Biostratigraphy – Lower Tertiary La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctic Peninsula. – Antarctic Research Series 55: 1-192.
- Stilwell, J. D., Zinsmeister, W. J. & Oleinik, A. E. 2004. Early Paleocene Mollusks of Antarctica: Systematics, Paleoecology and Paleobiogeographic Significance. – Bulletins of American Paleontology 367: 1-89.
- Stinnesbeck, W. 1986. Zu den faunistischen und palökologischen Verhältnissen in der Quiriquina Formation (Maastrichtium) Zentral-Chiles. – Palaeontographica Abt. A 194 (4-6): 99-237.
- Stoliczka, F. 1870-1871. Cretaceous fauna of southern India, Vol. 3, The Pelecypoda, with a review of all known genera of this class, fossil and Recent. – Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica 6: 1-537.

- Stott, L. D. & Kennett, J. P. 1990. The paleoceanographic and paleoclimatic signature of the Cretaceous/Paleogene boundary in the Antarctic: Stable isotopic results from ODP Leg 113. – *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific results* 113: 829-848.
- Strauss, D. & Sadler, P. M. 1989. Classical confidence intervals and Bayesian probability estimates for ends of local taxon ranges. – *Mathematical Geology* 21: 411-427.
- Suter, H. 1921. Lists of New Zealand Tertiary Mollusca. – *New Zealand Geological Survey Palaeontological Bulletin* 8: 1-107.
- Taylor, J. D. & Glover, E. A. 2000. Functional anatomy, chemosymbiosis and evolution of the Lucinidae. *In* Harper, E. M., Taylor, J. D. & Crame, J. A. (Hrsg.). *The Evolutionary Biology of the Bivalvia*. – *Geological Society of London Special Publications* 177: 207-225.
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. – *Biological Reviews* 25: 1-45.
- Trechman, C. T. 1917. Cretaceous Mollusca from New Zealand. – *Geological Magazine, Serie 6* 4: 294-342.
- Twitchett, R. J. 1999. Palaeoenvironments and faunal recovery after the end-Permian mass extinction. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 154: 27-37.
- Twitchett, R. J. 2001. Incompleteness of the Permian-Triassic fossil record: a consequence of productivity decline? – *Geological Journal* 36: 341-353.
- Twitchett, R. J. 2007. The Lilliput effect in the aftermath of the end-Permian extinction event. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 252: 132-144.
- Twitchett, R. J., Looy, C. V., Morante, R., Visscher, H. & Wignall, P. B. 2001. Rapid and synchronous collapse of marine and terrestrial ecosystems during the end-Permian biotic crisis. – *Geology* 29 (4): 351-354.
- Uliana, M. A. 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, Provincias de Neuquén y Río Negro. Dissertation, Universidad Nacional de La Plata.
- Uliana, M. A. & Biddle, K. T. 1981. Mesozoic – Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. – *Revista Brasileira de Geociencias* 18: 172-190.
- Uliana, M. A. & Dellape, D. A. (1981) Estratigrafía y Evolución Paleambiental de la sucesión Maestrichtiano-Eoterciaria del Engolfamiento Neuquino (Patagonia Septentrional). *In* *Actas del Octavo Congreso Geológico Argentino* 3: 673-711.
- Urbanek, A. 1993. Biotic crisis in the history of Upper Silurian graptoloids: a palaeobiological model. – *Historical Biology* 7: 29-50.
- Vajda, V., Raine, J. I. & Hollis, C. J. 2001. Indication of global deforestation at the Cretaceous-Tertiary boundary by New Zealand fern spike. – *Science* 294: 1700-1702.
- Vajda, V. & McLoughlin, S. 2004. Fungal proliferation at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Science* 303: 1489.
- Vajda, V. & McLoughlin, S. 2007. Extinction and recovery patterns of the vegetation across the Cretaceous-Paleogene boundary – a toll for unravelling the causes of the end-Permian mass-extinction. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 144: 99-112.
- Valentine, J. W. & Jablonski, D. 1986. Mass extinctions: Sensitivity of marine larval types. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* 83: 6912-6914.

- Vaughan, T. W. 1900. The Eocene and lower Oligocene coral faunas of the United States with descriptions of a doubtfully Cretaceous species. – United States Geological Survey Monograph 39: 1-263.
- Vermeij, G. J. 1998. Generic Revision of the Neogastropod Family Pseudolividae. – *The Nautilus* 111 (2): 53-84.
- Veron, J. E. N. 2008. Mass extinctions and ocean acidification: biological constraints on geological dilemmas. – *Coral Reefs* 27: 459-472.
- Visscher, H., Brinkhuis, H., Dilcher, D. L., Elsik, W. C., Eshet, Y., Looy, C. V., Rampino, M. R. & Traverse, A. 1996. The terminal Paleozoic fungal event: Evidence of terrestrial ecosystem destabilization and collapse. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93: 2155-2158.
- Ward, P. 1983. The extinction of ammonites. – *Scientific American* 249: 136-147.
- Ward, P. D., Montgomery, D. R. & Smith, R. 2000. Altered river morphology in South Africa related to the Permian-Triassic extinction. – *Science* 289: 1740-1743.
- Ward, P. D., Haggart, J. W., Carter, E. S., Wilbur, D., Tipper, H. W. & Evans, T. 2001. Sudden productivity collapse associated with the Triassic-Jurassic boundary mass extinction. – *Science* 292: 1148-1151.
- Weaver, C. 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina. – *Memoirs of the University of Washington* 1: 1-469.
- Wenz, W. 1944. *Handbuch der Paläozoologie, Band 6, I, Gastropoda Teil 1, Allgemeiner Teil und Prosobranchier*. Bornträger, Berlin.
- Wetzel, W. 1930. Die Qiriquina-Schichten als Sediment und paläontologisches Archiv. – *Palaeontographica* 73: 49-106.
- Wichmann, R. 1927. Facies Lacustre Senoniana de los Estratos con Dinosaurios y su Fauna. – *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de la Republica Argentina* XXX: 383-405.
- Wiedmann, J. 1973. Evolution or revolution of ammonoids at Mesozoic system boundaries. – *Biology review* 48: 159-194.
- Wiedmann, J. 1988. Ammonoid extinction and the "Cretaceous-Tertiary Boundary Event". In Wiedmann, J. and Kullmann, J. (Hrsg.). *Cephalopods - Present and Past*. – Schweizerbart, Stuttgart: 117-140.
- Wignall, P., Thomas, B., Willink, R. & Watling, J. 2004. Is Bedout an impact crater? – *Science* 306: 609.
- Wignall, A. B., Zonnefeld, J.-P., Newton, R. J., Amor, K., Sephton, M. A. & Hartley, S. 2007. The end Triassic mass extinction record of Williston Lake, British Columbia. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253: 385-406.
- Wilckens, O. 1904. Revision der Fauna der Qiriquina-Schichten. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage Band* 18: 181-284.
- Wilckens, O. 1905. Die Lamellibranchiaten, Gastropoden etc. der oberen Kreide Südpatagoniens. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.* 15: 97-166.
- Wilckens, O. 1910. Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der Antarktischen Kreideformation. – *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903 Band 3 (Lieferung 12)*: 1-132.

- Wilckens, O. 1911. Die Mollusken der Antarktischen Tertiärformation. – Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903 Band 3 (Lieferung 13): 1-42.
- Wilckens, O. 1921. Beiträge zur Paläontologie von Patagonien. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1921 (1): 1-14.
- Wilckens, O. 1922. The Upper Cretaceous Gastropods of New Zealand. – New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin 9 :1-42.
- Wilckens, O. 1924. Lahillia and some other fossils from the Upper Senonian of New Zealand. – Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 55: 539-545.
- Wilf, P., Cúneo, N. R., Johnson, K. R., Hicks, J. F., Wing, S. L. & Obradovich, J. D. 2003. High plant diversity in Eocene South America: evidence from Patagonia. – Science 300: 122-125.
- Windhausen, A. 1931. Geología Argentina. Segunda Parte. Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino. Casa Jacobo Peuser, Ltda., Buenos Aires.
- Wolbach, W. E., Gilmour, I., Anders, E., Orth, C. J. & Brooks, R. R. 1988. Global fire at the Cretaceous-Tertiary boundary. – Nature 334: 665-669).
- Woods, H. 1899-1903. A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England Vol 1 & 2. – Palaeontological Society (Monogr.): 1-232, 1-473.
- Woods, H. 1906. The Cretaceous Fauna of Pondoland. – Annals of the South African Museum 4 (7): 275-350.
- Woods, H. 1917. The Cretaceous Faunas of the north-eastern part of the South Island of New Zealand. – New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin 4: 1-41.
- Zachos, J. C., Arthur, M. A. & Dean, W. E. 1989. Geochemical evidence for suppression of pelagic marine productivity at the Cretaceous/Tertiary boundary. – Nature 337: 61-64.
- Ziegler, B. 1998. Spezielle Paläontologie. Schweizerbart, Stuttgart.
- Zinsmeister, W. J. 1977. Note on a new occurrence of the southern hemisphere Aporrhaid Gastropod *Struthioptera* Finlay & Marwick on Seymour Island, Antarctica. – Journal of Paleontology 51 (2): 399-404.
- Zinsmeister, W. J. 1983. New Late Paleocene Molluscs from the Simi Hills, Ventura County, California. – Journal of Paleontology 57 (6): 1282-1303.
- Zinsmeister, W. J. 1984. Late Eocene bivalves (Mollusca) from the La Meseta Formation, collected during the 1974-1975 joint Argentine-American expedition to Seymour Island, Antarctic Peninsula. – Journal of Paleontology 58 (6): 1497-1527.
- Zinsmeister, W. J., Feldmann, R. M., Woodburne, M. O. & Elliot, D. H. 1989. Latest Cretaceous/Earliest Tertiary transition on Seymour Island, Antarctica. – Journal of Paleontology 63 (6): 731-738.
- Zinsmeister, W. J. & Camacho, H. H. 1980. Late Eocene Struthiolariidae (Mollusca:Gastropoda) from Seymour Island, Antarctic Peninsula and their significance to the biogeography of Early Tertiary shallow-water faunas of the southern hemisphere. – Journal of Paleontology 54 (1): 1-14.
- Zinsmeister, W. J. & Griffin, M. 1995. Late Cretaceous and Tertiary aporrhaid gastropods from the southern rim of the Pacific Ocean. – Journal of Paleontology 69 (4): 692-702.

- Zinsmeister, W. J. & Macellari, C. E. 1988. Bivalvia (Mollusca) from Seymour Island, Antarctic Peninsula. – Geological Society of America Memoir 169: 253-284.
- Zurburg, W., Smaal, A., Heral, M. & Dankers, N. 1994. Seston dynamics and bivalve feeding in the Bay of Marennes-Oléron (France). – Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 459-466.

12. Appendix

Tab. A 1: Liste mit allen zur Beschreibung der Taxa verwendeten Exemplaren. Sortierung entsprechend der Nummerierung der Exemplare (Nr.). Buenos Aires (BA), Danium (Dan), Maastrichtium (Maas), Pancho (von Francisco Medina gesammelt).

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
1	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP Dan	Dan
2	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP 1	Dan
3	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP 1	Dan
4	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP 1	Dan
5	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP 15	Dan
6	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	OP 7	Dan
7	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	OP 7	Dan
8	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	OP 9	Dan
9	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	OP 7	Dan
10	<i>Saccula cf. tumida</i>	OP 12	Dan
11	<i>Nuculana cf. amuriensis</i> Woods	BJG 16	Dan
12	<i>Nuculana cf. amuriensis</i> Woods	OP 1	Dan
13	<i>Nuculana cf. amuriensis</i> Woods	BJG 19	Dan
14	<i>Nuculana cf. amuriensis</i> Woods	BJG 20	Dan
15	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 16	Dan
16	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 1	Dan
17	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 5	Dan
18	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 21	Dan
19	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 14	Maas
20	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 5	Dan
21	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 17	Dan
22	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 37 b	Dan
23	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 39 b	Dan
24	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 39 b	Dan
25	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 39 b	Dan
26	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i> (Wilck.)	SM 39 b	Dan
27	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i> (Wilck.)	SM 40	Dan
28	<i>Neilo</i> sp.	SM 3	Maas
29	<i>Neilo</i> sp.	SM 1	Maas
30	<i>Neilo</i> sp.	SM KT 3	Maas
31	<i>Cucullaea cf. antarctica</i> Wilckens	LF 6	Maas
32	<i>Cucullaea</i> sp. A	OP K/T	
33	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 28	Maas
34	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 28	Maas
35	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 24	Maas
36	<i>Entolium (Entolium) wichmanni</i> (Feruglio)	BJG 27 a	Maas
37	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 a	Maas
38	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 a	Maas
39	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 a	Maas
40	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 b	Maas
41	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 23	Maas
42	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 b	Maas
43	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 27 b	Maas
44	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 23	Maas
45	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 25	Maas
46	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 26	Maas
47	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 25	Maas
48	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 25	Maas
49	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	BJG 27 b	Maas
50	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	BJG 25	Maas
51	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	BJG 25	Maas
52	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	BJG 25	Maas
53	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	BJG 28	Maas
54	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	OP 6	Dan
55	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	OP 8	Dan
56	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	OP 6	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
57	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptonectes</i>) aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	OP 4	Dan
58	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 28	Maas
59	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	OP 21	Maas
60	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 25	Maas
61	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 27 b	Maas
62	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 24 b	Maas
63	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 25	Maas
64	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 28	Maas
65	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 27 a	Maas
66	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 25	Maas
67	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	LF 3	Maas
68	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	LF 2	Maas
69	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	BJG 25	Maas
70	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	BJG 27 a	Maas
71	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	OP 21	Maas
72	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	OP 21	Maas
73	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	OP 21	Maas
74	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	BJG 27 b	Maas
75	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 26	Maas
76	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) sp.	BJG 24	Maas
77	<i>Pycnodonte</i> (<i>Phygrea</i>) <i>burckhardti</i> (Böhm)	OP Dan	Dan
78	<i>Pycnodonte</i> (<i>Phygrea</i>) <i>burckhardti</i> (Böhm)	OP Dan	Dan
79	<i>Pycnodonte</i> (<i>Phygrea</i>) <i>burckhardti</i> (Böhm)	OP 1	Dan
80	<i>Gryphaeostrea callophylla</i> (Ihering)	OP 5	Dan
81	<i>Ambigostrea clarae</i> (Ihering)	BJG 24 b	Maas
82	<i>Ambigostrea clarae</i> (Ihering)	BJG 24 b	Maas
83	<i>Pycnodonte</i> (<i>Phygrea</i>) <i>vesicularis</i> (Lamarck)	BJG 27 b	Maas
84	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	BJG 28	Maas
85	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	SM 12	Maas
86	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	CO 1	Maas
87	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	CO 1	Maas
88	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	GE 8	Maas
89	<i>Pacitrigonia patagonica</i> (Feruglio)	GE 8	Maas
90	<i>Pacitrigonia patagonica</i> (Feruglio)	CO 1	Maas
91	<i>Pacitrigonia patagonica</i> (Feruglio)	CO 1	Maas
92	<i>Pacitrigonia patagonica</i> (Feruglio)	CO 1	Maas
93	<i>Pacitrigonia patagonica</i> (Feruglio)	CO 1	Maas
94	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	CO 1	Maas
95	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	CO 1	Maas
96	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
97	<i>Pterotrigonia</i> (<i>Rinetrigonia</i>) <i>windhauseniana</i> (Wilckens)	LF 2	Maas
98	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 18	Dan
99	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 18 b	Dan
100	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 9	Dan
101	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 16	Dan
102	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 6	Dan
103	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 18	Dan
104	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 9	Dan
105	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 3	Dan
106	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 8	Dan
107	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 20	Dan
108	<i>Disparilia</i> sp.	BJG 27 b	Maas
109	<i>Disparilia</i> sp.	OP 1	Dan
110	<i>Venericardia</i> (<i>Pacificor</i>) <i>iheringi</i> (Böhm)	OP Schutt	Dan
111	<i>Venericardia</i> (<i>Pacificor</i>) <i>iheringi</i> (Böhm)	OP 1	Dan
112	<i>Venericardia</i> (<i>Pacificor</i>) <i>iheringi</i> (Böhm)	OP 1	Dan
113	<i>Venericardia</i> (<i>Pacificor</i>) <i>iheringi</i> (Böhm)	OP 8	Dan
114	<i>Venericardia</i> (<i>Pacificor</i>) <i>iheringi</i> (Böhm)	OP 16	Dan
115	<i>Jagolucina psephenata</i> Darragh	OP 1	Dan
116	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	OP 1	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
117	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	OP 1	Dan
118	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	OP 1	Dan
119	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	SM 43	Dan
120	„Heterodonta“ sp. G	OP 1	Dan
121	„Heterodonta“ sp. G	OP 1	Dan
122	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> ?	BJG 25	Maas
124	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 5	Dan
125	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	OP 2	Dan
126	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 6	Dan
127	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 6	Dan
128	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 10	Dan
129	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 16	Dan
130	<i>Panopea</i> sp. A	BJG 16	Dan
131	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	BJG 3	Dan
132	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i> (Woods)	OP 18	Dan
133	<i>Bicorbula</i> sp.	BJG 21	Dan
134	Grammatodontinae indet. sp. A	BJG 27 a	Maas
135	<i>Disparilia</i> sp.	OP 11	Dan
136	<i>Disparilia</i> sp.	OP 2	Dan
137	<i>Panopea inferior</i> Wilckens	SM 20	Maas
138	<i>Panopea inferior</i> Wilckens	SM 5	Maas
139	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 7	Maas
140	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 7	Maas
141	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 7	Maas
142	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 5	Maas
143	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	SR 13 b	Maas
144	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	Pancho	Maas
145	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	Pancho	Maas
146	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	LF 2	Maas
147	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	LF 6	Maas
148	<i>Solyma levis</i> Stephenson	LF 2	Maas
149	<i>Solyma levis</i> Stephenson	LF 2	Maas
150	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 20	Maas
151	<i>Solyma levis</i> Stephenson	Loc. 35 (Pancho)	Maas
152	Cardioidea indet. sp. A	SM 7 b	Maas
153	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i> (Roemer)	Loc. 36 (Pancho)	Maas
154	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i> (Roemer)	Loc. 36 (Pancho)	Maas
155	<i>Protagelus gratus</i> (Wilckens)	SM 20	Maas
156	<i>Protagelus gratus</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
157	<i>Protagelus gratus</i> (Wilckens)	SM 7 b	Maas
158	<i>Astarte venatorum</i> Wilckens	SM 31	Dan
159	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 5	Maas
160	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> Stol.	SM 20	Maas
161	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> Stol.	SM 20	Maas
162	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> Stol.	EC 0	Maas
163	<i>Macrocallista</i> sp.	Loc. 34	
164	<i>Tancredia</i> sp.	Loc. 30 d	
165	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM KT 1	Maas
166	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	Loc. 36 (Pancho)	Maas
167	<i>Inoperna</i> sp.	SM 20	Maas
168	<i>Brachidontes</i> sp.	SM 17	Maas
169	<i>Brachidontes</i> sp.	LF 2	Maas
170	<i>Brachidontes</i> sp.	LF 2	Maas
171	<i>Gervillia</i> ? sp.	SM 5	Maas
172	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	SM 14	Maas
173	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) „ <i>symmetrica</i> “	SM 5	Maas

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
174	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	SM 1	Maas
175	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	EC Mix	Maas
176	<i>Limea (Pseudolimea) „symmetrica“</i>	SM 15	Maas
177	<i>Pholadomya</i> sp.	SM 6	Maas
178	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	QT 9	Dan
179	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	QT 9	Dan
180	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	QT 9	Dan
181	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 42	Dan
182	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 42	Dan
183	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 42	Dan
184	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	QT 9	Dan
185	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	QT 9	Dan
186	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 33	Dan
187	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 33	Dan
188	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 33	Dan
189	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 33	Dan
190	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
191	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
192	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
193	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
194	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 32	Dan
195	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 30	Dan
196	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 30	Dan
197	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 37	Dan
198	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 37	Dan
199	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 35	Dan
200	<i>Meretrix chalcidonica</i> (Ihering)	SM 35	Dan
201	Cardiidae indet. sp. A	SM 4 b	Maas
202	<i>Eubaculites</i> sp.	EC 0	Maas
203	<i>Eubaculites</i> sp.	EC 0	Maas
204	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadío et al.	OP 21	Maas
205	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 1	Dan
206	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 3	Dan
207	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 15	Dan
208	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 1	Dan
209	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 3	Dan
210	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 5	Dan
211	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 17	Dan
212	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 17	Dan
213	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 7	Dan
214	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 5	Dan
215	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 14	Dan
216	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 2	Dan
217	<i>Neilo (Neilo) pencana</i> (Philippi)	BJG 26	Maas
218	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	BJG 10	Dan
219	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	OP 1	Dan
220	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	BJG 19	Dan
221	<i>Nuculana cf. amuriensis</i> Woods	BJG 15	Dan
222	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG 24	Maas
223	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	OP 21	Maas
224	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> sp.	OP 4	Dan
225	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> sp.	OP 4	Dan
226	<i>Phelopteria</i> sp.	BJG 26	Maas
227	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	OP 21	Maas
228	<i>Pycnodonte (Phygraea) burckhardtii</i> (Böhm)	OP 1	Dan
229	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 5	Dan
230	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 3	Dan
231	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 8	Dan
232	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 18	Dan
233	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 18	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
234	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 2	Dan
235	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 2	Dan
236	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	OP 11	Dan
237	<i>Pteromyrtea</i> sp.	OP 16	Dan
238	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 16	Dan
239	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 6	Dan
240	<i>Neilo (Neilo) pencana</i> (Philippi)	BJG 26	Maas
241	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 6	Dan
242	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 5	Dan
243	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 5	Dan
244	cf. <i>Nacella ovata</i> Wilckens	BJG 25	Maas
245	cf. <i>Nacella ovata</i> Wilckens	BJG 27 b	Maas
246	<i>Struthioptera</i> sp.	OP 6	Dan
247	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 22	Dan
248	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 20	Dan
249	<i>Flabellum</i> sp.	OP 8	Dan
250	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 4	Dan
251	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 15	Dan
252	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 3	Dan
253	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 17	Dan
254	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 17	Dan
255	<i>Flabellum</i> sp.	BJG 15	Dan
256	<i>Flabellum</i> sp.	OP 18 b	Dan
257	<i>Flabellum</i> sp.	OP 18 b	Dan
258	<i>Flabellum</i> sp.	OP 9	Dan
259	<i>Flabellum</i> sp.	OP 16	Dan
260	<i>Flabellum</i> sp.	OP 16	Dan
261	<i>Paranomia</i> sp.	BJG 25	Maas
262	<i>Linthia?</i> sp.	BJG 25	Maas
263	<i>Madrepora</i> sp.	BJG Dan	Dan
264	<i>Saulopsis</i> sp. A	OP Dan	Dan
265	<i>Heteroterma</i> sp. A	OP 11	Dan
266	<i>Heteroterma</i> sp. A	OP 10	Dan
267	aff. <i>Galeodea mirabilis</i> (Wilckens)	BJG 17	Dan
268	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 43	Dan
269	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 1	Maas
270	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 1	Maas
271	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 1	Maas
272	<i>Austroaporrhais</i> cf. <i>gregaria</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
273	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 32	Dan
274	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 32	Dan
275	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 32	Dan
276	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 32	Dan
277	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM32	Dan
278	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	BP Amp.	Dan
279	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	BP Amp.	Dan
280	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	QT 8	Dan
281	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	QT 8	Dan
282	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	QT 8	Dan
283	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	QT 8	Dan
284	<i>Acteon australis</i> Feruglio	SM 7	Maas
285	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maas
286	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
287	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
288	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
289	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
290	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
291	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maastr
292	<i>Pugnellus?</i> aff. <i>hauthali</i> Wilckens	SM 19	Maas
293	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i> Finlay & Marwick	BJG 12	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
294	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i> (Wilckens)	SM 32	Dan
295	Fusiniinae indet. sp. A	SM 5	Maas
296	Fusiniinae indet. sp. A	SM 5	Maas
297	Naticidae indet. sp. A	OP Dan	Dan
298	Naticidae indet. sp. A	OP 8	Dan
299	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	LF 2	Maas
300	<i>Acteon</i> sp.	LF 2	Maas
301	<i>Austroaporrhais</i> cf. <i>gregaria</i> (Wilckens)	SM 18	Maas
302	<i>Austroaporrhais</i> cf. <i>gregaria</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
303	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maas
304	<i>Tornatellaea</i> sp.	OP 9	Dan
305	<i>Tornatellaea</i> sp.	BJG 18	Dan
306	<i>Struthioptera</i> sp.	OP 7	Dan
307	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	OP 3	Dan
308	<i>Perissodonta</i> cf. <i>minor</i> (Marshall)	OP 17	Dan
309	Aporrhaidae sp. A	OP 8	Dan
310	<i>Tornatellaea</i> sp.	OP Dan	Dan
311	<i>Pyropsis</i> sp.	SM 5	Maas
312	<i>Acteon australis</i> Feruglio	SM 5	Maas
313	<i>Heteroterma</i> sp. A	SM 14	Maas
314	Fusiniinae indet. sp. B	SM 42 b	Dan
315	aff. <i>Penion proavitus</i>	SM 20	Maas
316	Struthiolariidae indet. sp. A	OP 17	Dan
317	<i>Priscaphander</i> sp. B	SM KT 4	Maas
318	<i>Saulopsis</i> sp. B	OP 8	Dan
319	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	SM 5	Maas
320	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	BJG 27 b	Maas
321	cf. <i>Parasyrinx</i> sp.	SM 7	Maas
322	Gastropoda indet. sp. A	EC 1	Maas
323	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	LF 2	Maas
324	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	LF 3	Maas
325	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	SM 7	Maas
326	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) „symmetrica“	SM 15	Maas
327	Turridae indet.	EC below 1	Maas
328	„Heterodonta“ sp. XY	OP 5	Dan
329	<i>Pacitrignia sobrali</i> Leanza & Casadio	SM 22	Maas
330	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 12	Maas
331	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 1	Maas
332	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 3	Maas
333	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 37 b	Dan
334	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 34	Dan
335	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 34	Dan
336	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 34	Dan
337	Cardiidae indet. sp. A	SM 35	Dan
338	Cardiidae indet. sp. A	SM 26	Maas
339	<i>Nucula</i> sp.	SM 1	Maas
340	Trigoniidae indet. sp. A	SM 26	Maas
341	Tancrediidae indet. sp. A	SM 26	Maas
342	Cardiidae indet. sp. A	SM 26	Maas
343	„Heterodonta“ sp. P	SM 31	Dan
344	„Heterodonta“ sp. P	SM 33	Dan
345	<i>Panopea</i> cf. <i>malvernensis</i> Woods	OP 17	Dan
346	aff. <i>Mixtipecten</i> sp.	BJG 5	Dan
347	aff. <i>Mixtipecten</i> sp.	BJG 6	Dan
348	„Heterodonta“ sp. L	SM 1	Maas
349	<i>Lahillia luisa</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
350	<i>Pachymya</i> sp.	SM 7	Maas
351	<i>Pachymya</i> sp.	SM 22	Maas
352	<i>Panopea</i> sp. A	BJG 5	Dan
353	<i>Panopea</i> sp. A	OP Dan	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
354	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	OP 1	Dan
355	<i>Yoldia (Calorhadia) perditia</i> (Feruglio)	OP4	Dan
356	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 8	Dan
357	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 1	Dan
358	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 19	Dan
359	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 2	Dan
360	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 5	Dan
361	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG 14	Dan
362	<i>Nucalana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 6	Dan
363	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i> Wilckens	SM 40	Dan
364	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 37b	Dan
365	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 40	Dan
366	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 40	Dan
367	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM26	Maas
368	<i>Neilo</i> sp.	SM 2	Maas
369	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP1	Dan
370	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP11	Dan
371	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i> Wilckens	SM 25	Maas
372	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i> Wilckens	SM 20	Maas
373	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i> Wilckens	SM 20	Maas
374	<i>Cucullaea (Cucullastis) barbara</i> Finlay & Marwick	SM 33	Dan
375	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 7	Maas
376	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 6	Maas
377	Grammatodontinae indet. sp. A	SM 17	Maas
378	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i> (Nilsson)	BJG	Maas
379	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> sp.	OP 6	Dan
380	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 6	Dan
381	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG 28	Maas
382	<i>Spondylus</i> sp.	BJG 28	Maas
383	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	BJG 28	Maas
384	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	OP21	Maas
385	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	BJG 28	Maas
386	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	BJG 28	Maas
387	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	BJG 28	Maas
388	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	OP 20	Maas
389	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	OP21	Maas
390	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i> (Böhm)	BJG 15	Dan
391	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i> (Böhm)	OP 1	Dan
392	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i> (Böhm)	OP 4	Dan
393	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i> (Böhm)	OP 1	Dan
394	<i>Pteromyrtea</i> sp.	BJG 13	Dan
395	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	OP 9	Dan
396	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 37	Dan
397	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	SM 1	Maas
398	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	SM 5	Maas
399	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	SM 25	Maas
400	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	SM 12	Maas
401	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	SM 26	Maasrr.
402	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	SM 38	Dan
403	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	SM 38	Dan
404	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	SM 35	Dan
405	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	SM 34	Dan
406	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	SM 35	Dan
407	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	SM 39	Dan
408	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	BJG 8	Dan
409	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	BJG 6	Dan
410	<i>Aphrodina burckhardti</i> (Ihering)	OP 1	Dan
411	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	BJG 27b	Maas
412	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	OP 21	Maas
413	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 5	Maas

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
414	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 1	Maas
415	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 20	Maas
416	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 6	Maas
417	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 4	Maas
418	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	SM 18	Maas
419	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i> (Roemer)	SM 1	Maas
420	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	SM 1	Maas
421	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 7	Maas
422	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 12	Maas
423	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 4	Maas
424	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 7	Maas
425	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 8	Maas
426	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 18	Maas
427	<i>Solyma levis</i> Stephenson	SM 3	Maas
428	<i>Protagehus gratus</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
429	<i>Lahillia luisa</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
430	<i>Lahillia luisa</i> (Wilckens)	SM 5	Maas
431	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 40	Dan
432	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 43	Dan
433	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 43	Dan
434	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
435	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
436	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 30	Dan
437	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 13	Maas
438	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 34	Dan
439	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 19	Maas
440	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 26	Maas
441	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
442	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM KT 14	Dan
443	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 30	Dan
444	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 30	Dan
445	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 32	Dan
446	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 32	Dan
447	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 5	Maas
448	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 5	Maas
449	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) cf. <i>clausa</i> Wilckens	SM 7	Maas
450	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 26	Maas
451	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 26	Maas
452	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 23	Maas
453	<i>Bicorbula</i> sp.	BJG 5	Dan
454	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	OP 15	Dan
455	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 2	Maas
456	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 15	Maas
457	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	SM 5	Maas
458	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 37	Dan
459	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 36	Dan
460	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	SM 7	Maas
461	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i> Finlay & Marwick	OP16	Dan
BA 1	<i>Australoneilo</i> cf. <i>gracilis</i> (Wilckens)	OP 34	Dan
BA 2	<i>Jagolucina psephenata</i> Darragh	OP 25	Dan
BA 3	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 27	Dan
BA 4	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 35	Dan
BA 5	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	OP 30	Dan
BA 6	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i> Woods	BJG B+4	Dan
BA 7	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 30	Dan
BA 8	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 30	Dan
BA 9	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 27	Dan
BA 10	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	OP 33	Dan
BA 11	<i>Nemodon sulcatus</i> (Evans & Shumard)	BJG 33	Maas
BA 12	<i>Gryphaeostrea callophylla</i> (Ihering)	OP 32	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
BA 13	<i>Pycnodonte (Phygrea) vesicularis</i> (Lamarck)	BJG B-1	Maas
BA 14	<i>Pycnodonte (Phygrea) vesicularis</i> (Lamarck)	BJG B+5	Dan
BA 15	<i>Phelopteria</i> (?)	BJG 36	Maas
BA 16	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG B-1	Maas
BA 17	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG B-1	Maas
BA 18	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	BJG R	Maas
BA 19	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	BJG 33	Maas
BA 20	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	BJG 35	Maas
BA 21	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	BJG R	Maas
BA 22	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	BJG R	Maas
BA 23	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	OP 29	Dan
BA 24	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> aff. <i>tutorae</i> Casadio et al.	OP 28	Dan
BA 25	Pectinidae indet. sp. A	OP 32	Dan
BA 26	Pectinidae indet. sp. A	OP 32	Dan
BA 27	<i>Linea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	BJG 37	Maas
BA 28	<i>Linea (Pseudolimea)</i> „symmetrica“	BJG R	Maas
BA 29	Cardiidae indet. sp. B	OP 26	Dan
BA 30	Cardiidae indet. sp. B	OP 31	Dan
BA 31	Cardiidae indet. sp. B	OP 32	Dan
BA 32	<i>Ambigostrea clarae</i> (Ihering)	BJG 33	Maas
BA 33	cf. <i>Ostrea vulselloides</i> Wilckens	BJG B+1	Dan
BA 34	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i> Stinnesbeck	OP 32	Dan
BA 35	<i>Modiolus</i> sp. A	OP 32	Dan
BA 36	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i> Zinsmeister & Macellari	OP 30	Dan
BA 37	<i>Paranomia</i> sp.	BJG 34	Maas
BA 38	<i>Paranomia</i> sp.	OP 34	Dan
BA 39	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i> Petersen	OP 32	Dan
BA 40	<i>Disparilia</i> sp.	OP 25	Dan
BA 41	<i>Disparilia</i> sp.	OP 29	Dan
BA 42	<i>Nicaniella</i> sp.	OP 25	Dan
BA 43	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> Woods	BJG B+6	Dan
BA 44	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> Woods	OP 29	Dan
BA 45	„ <i>Heterodonta globosa</i> “	BJG B +3	Dan
BA 46	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	BJG 30	Maas
BA 47	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i> Finlay & Marwick	BJG B+3	Dan
BA 48	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i> Finlay & Marwick	OP 27	Dan
BA 49	<i>Perissodonta</i> cf. <i>minor</i> (Marshall)	BJG B+6	Dan
BA 50	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i> Finlay & Marwick	OP 33	Dan
BA 51	<i>Struthioptera</i> sp.	OP 25	Dan
BA 52	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	OP 33	Dan
BA 53	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	OP 25	Dan
BA 54	Naticidae indet. sp. B	BJG 37	Maas
BA 55	cf. <i>Nacella ovata</i> Wilckens	OP 28	Dan
BA 56	<i>Priscaphander</i> sp. A	OP 25	Dan
BA 57	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i> (Feruglio)	HU 19	Maas
BA 58	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i> (Feruglio)	HU 34	Dan
BA 59	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	HU 34	Dan
BA 60	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i> (Feruglio)	HU 34	Dan
BA 61	<i>Nuculoida</i> indet.	HU 34	Dan
BA 62	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	HU 7	Maas
BA 63	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	HUR 7	Maas
BA 64	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	HU 11	Maas
BA 65	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	HU 11	Maas
BA 66	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	HU 9	Maas
BA 67	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i> Wilckens	HUR 7	Maas
BA 68	<i>Cucullaea</i> sp. C	HU 29	Dan
BA 69	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i> Petersen	HU 28	Dan
BA 70	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i> Petersen	HU 28	Dan
BA 71	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i> Petersen	HU 28	Dan

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
BA 72	<i>Glycymeris (Glycymeris) cf. feruglioi</i> Petersen	HU (Dan über Hu 27)	Dan
BA 73	<i>Bakevella</i> sp.	HUR 6	Maas
BA 74	<i>Bakevella</i> sp.	HUR 6	Maas
BA 75	<i>Phelopteria</i> sp.	HU 6	Maas
BA 76	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i> Casadio et al.	HU 1	Maas
BA 77	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i> Casadio et al.	HUR 10	Maas
BA 78	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i> Casadio et al.	HU 7	Maas
BA 79	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i> Casadio et al.	HU 15	Maas
BA 80	<i>Camptonectes mahuidaensis</i> (Weaver)	HU 12	Maas
BA 81	<i>Camptonectes mahuidaensis</i> (Weaver)	HU 15	Maas
BA 82	<i>Camptonectes mahuidaensis</i> (Weaver)	HU 13	Maas
BA 83	<i>Camptonectes mahuidaensis</i> (Weaver)	HUR 5	Maas
BA 84	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i> Casadio et al.	HU 12	Maas
BA 85	<i>Musculus</i> sp.	HUR 6	Maas
BA 86	<i>Musculus</i> sp.	HUR 6	Maas
BA 87	<i>Musculus</i> sp.	HU 11	Maas
BA 88	<i>Modiolus</i> sp. B	HU 1	Maas
BA 89	<i>Modiolus</i> sp. B	HU 1	Maas
BA 90	<i>Modiolus</i> sp. B	HU 2	Maas
BA 91	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	HU 16	Maas
BA 92	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	HUR	Maas
BA 93	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	HUR	Maas
BA 94	<i>Spondylus</i> sp.	HU 16	Maas
BA 95	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	HU 11	Maas
BA 96	<i>Lima</i> sp.	HUR 7	Maas
BA 97	<i>Spondylus</i> sp.	HUr B 1	Maas
BA 98	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	HUR 7	Maas
BA 99	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	HUR 5a	Maas
BA 100	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	HUR 6	Maas
BA 101	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i> (Camacho)	HU 8	Maas
BA 102	<i>Limea (Pseudolimea) „symmetrica“</i>	HU 8	Maas
BA 103	<i>Limea (Pseudolimea) „symmetrica“</i>	HU 2	Maas
BA 104	<i>Limea (Pseudolimea) „symmetrica“</i>	HUR 6	Maas
BA 105	<i>Inoperna</i> sp.	HU 9	Maas
BA 106	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	HU 16	Maas
BA 107	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	HU 16	Maas
BA 108	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	HU 16	Maas
BA 109	<i>Amphidonte mendozana</i> (Ihering)	HU 16	Maas
BA 110	<i>Gryphaeostrea callophylla</i> (Ihering)	HU	Dan
BA 111	<i>Ambigostrea clarae</i> (Ihering)	HUR	Maas
BA 112	<i>Pycnodonte (Phygraea) vesicularis</i> (Lamarck)	HU 16	Maas
BA 113	<i>Ostrea wilckensi</i> Ihering	HU 16	Maas
BA 114	<i>Ostrea wilckensi</i> Ihering	HUR 5	Maas
BA 115	<i>Paranomia</i> sp.	HUR B 1	Maas
BA 116	<i>Pholadomya</i> sp.	HUR 9	Maas
BA 117	<i>Panopea hauthali</i> Wilckens	HU 11	Maas
BA 118	<i>Panopea inferior</i> Wilckens	HUR 9	Maas
BA 119	<i>Panopea inferior</i> Wilckens	HUR 6a	Maas
BA 120	<i>Panopea inferior</i> Wilckens	HUR 9	Maas
BA 121	<i>Panopea cf. clausa</i> Wilckens	HUR 7	Maas
BA 122	<i>Panopea cf. clausa</i> Wilckens	HU 7	Maas
BA 123	<i>Panopea</i> sp. C	HU 8	Maas
BA 124	<i>Pterotrigonia (Rinetrigonia) windhauseniana</i> (Wilckens)	HUR 5	Maas
BA 125	cf. <i>Austrotigonia pampeana</i> Leanza & Casadio	HUR 9	Maas
BA 126	cf. <i>Austrotigonia pampeana</i> Leanza & Casadio	HUR 10	Maas
BA 127	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	HUR 7	Maas
BA 128	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	HUR 7	Maas
BA 129	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i> (Woods)	HUR 6	Maas
BA 130	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	HU 12	Maas

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
BA 130	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	HU 12	Maas
BA 131	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	HU 19	Maas
BA 132	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	HU 12	Maas
BA 133	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	HU 12	Maas
BA 134	<i>Disparilia</i> sp.	HU 7	Maas
BA 135	<i>Disparilia</i> sp.	HU 8	Maas
BA 136	<i>Disparilia</i> sp.	HU 11	Maas
BA 137	<i>Lahillia luisa</i> (Wilckens)	HU 8	Maas
BA 138	<i>Lahillia luisa</i> (Wilckens)	HUR 6	Maas
BA 139	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	HUR 14	Dan
BA 140	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	HU Dan	Dan
BA 141	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	HU 40	Dan
BA 142	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i> Conrad	HU 13	Maas
BA 143	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i> Conrad	HU 13	Maas
BA 144	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i> Conrad	HU 11	Maas
BA 145	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i> Conrad	HU 2	Maas
BA 146	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i> Conrad	HUR 6	Maas
BA 147	<i>Solyma levis</i> Stephenson	HU 11	Maas
BA 148	<i>Solyma levis</i> Stephenson	HU 11	Maas
BA 149	<i>Solyma levis</i> Stephenson	HUR 7	Maas
BA 150	<i>Protagelus gratus</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 151	<i>Protagelus gratus</i> (Wilckens)	HU 9b	Maas
BA 152	<i>Linearia (Linearia)</i> cf. <i>semicostata</i> (Roemer)	HUR 7	Maas
BA 153	<i>Linearia (Linearia)</i> cf. <i>semicostata</i> (Roemer)	HU 15	Maas
BA 154	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	HUR 6a	Maas
BA 155	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	HU 12	Maas
BA 156	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	HU 11	Maas
BA 157	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i> (Stoliczka)	HU 6	Maas
BA 158	<i>Aphrodina (Tikia)</i> cf. <i>thomsoni</i> (Woods)	HU 8	Maas
BA 159	<i>Aphrodina (Tikia)</i> cf. <i>thomsoni</i> (Woods)	HU 9	Maas
BA 160	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	HUR 13	Maas
BA 161	Cardiidae indet. sp. C	HU 15	Maas
BA 162	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i> Petersen	HU 11	Maas
BA 163	Carditoidea indet. sp. A	HUR 6	Maas
BA 164	Carditoidea indet. sp. A	HUR 6	Maas
BA 165	cf. <i>Cryptorhytis philippiana</i> Wilckens	HU 11	Maas
BA 166	cf. <i>Cryptorhytis philippiana</i> Wilckens	HU 6	Maas
BA 167	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 168	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 169	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 170	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 171	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HU 11	Maas
BA 172	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	HUR 7	Maas
BA 173	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	HUR 7	Maas
BA 174	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	HU 11	Maas
BA 175	cf. <i>Nacella ovata</i> Wilckens	HUR 6a	Maas
BA 176	cf. <i>Nacella ovata</i> Wilckens	HUR 5a	Maas
BA 177	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	HU 11	Maas
BA 178	<i>Cinulia pauper</i> Wilckens	HU 11	Maas
BA 179	<i>Acteon australis</i> Feruglio	HUR 10	Maas
BA 180	<i>Acteon australis</i> Feruglio	HUR 7	Maas
BA 181	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	HU 11	Maas
BA 182	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	HUR 7	Maas
BA 183	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	HU 28	Dan
BA 184	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	HU 28	Dan
BA 185	Gastropoda indet. sp. B	HUR 7	Maas
BA 186	Gastropoda indet. sp. B	HUR 7	Maas
BA 187	Gastropoda indet. sp. A	HU 11	Maas
BA 188	<i>Eubaculites</i> sp.	HU 7	Maas
BA 189	Seeigel, irregulär	HUR 7	Maas

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
BA 190	Seeigel, regulär	HUR B 1	Maas
BA 191	<i>Flabellum</i> sp.	HU 34	Dan
BA 192	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i> Wilckens	SM 53	Dan
BA 193	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i> Wilckens	SM 65	Dan
BA 194	<i>Yoldia (Calorhadia) perditia</i> (Feruglio)	SM 58	Dan
BA 195	<i>Spineilo</i> cf. <i>elongata</i>	SM 57	Dan
BA 196	<i>Neilo pencana</i> (Philippi)	M 2 a	Maas
BA 197	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 56	Dan
BA 198	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 62	Dan
BA 199	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 67	Dan
BA 200	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 54	Dan
BA 201	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 51	Dan
BA 202	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 51	Dan
BA 203	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 64	Dan
BA 204	<i>Ledina lepida</i> (Feruglio)	SM 64	Dan
BA 205	<i>Saccella</i> cf. <i>tumida</i> (Feruglio)	SM 67	Dan
BA 206	<i>Australoneilo gracilis</i> (Wilckens)	SM 50	Dan
BA 207	<i>Ostrea wilckensi</i> Ihering	M 2 g	Maas
BA 208	<i>Cucullaea (Cucullastis) barbara</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 209	<i>Cucullaea (Cucullastis) barbara</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 210	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i> Stinnesbeck	SM 53	Dan
BA 211	<i>Acesta</i> sp.	M 2 c	Maas
BA 212	<i>Limea (Pseudolimea) „symmetrica“</i>	SM 50	Dan
BA 213	<i>Pteromyrtea</i> sp.	SM 51	Dan
BA 214	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 215	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 216	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 217	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 218	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 219	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 220	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SM 68	Dan
BA 221	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SR K/T 40	Dan
BA 222	<i>Eriphyla meridiana</i> Woods	SR K/T 40	Dan
BA 223	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 224	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 225	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 226	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 227	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 228	<i>Venericardia (Pacifcor) iheringi</i> (Böhm)	SM 68	Dan
BA 229	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 65	Dan
BA 230	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 65	Dan
BA 231	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 65	Dan
BA 232	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 58	Dan
BA 233	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 58	Dan
BA 234	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 53	Dan
BA 235	<i>Meretrix chalconica</i> (Ihering)	SM 53	Dan
BA 236	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i> (Woods)	SM 67	Dan
BA 237	<i>Cuspidaria</i> sp.	SM 56	Dan
BA 238	<i>Bicorbula</i> sp.	SM 62	Dan
BA 239	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SR K/T 7	Dan
BA 240	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SR K/T 7	Dan
BA 241	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SR K/T 7	Dan
BA 242	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SR K/T 7	Dan
BA 243	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SR K/T 7	Dan
BA 244	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 55	Dan
BA 245	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 59	Dan
BA 246	<i>Corbicula pehuenchensis</i> (Doello Jurado)	SM 57	Dan
BA 247	<i>Protageilus gratus</i> (Wilckens)	M 2 f	Maas
BA 248	<i>Protageilus gratus</i> (Wilckens)	M 2 a	Maas
BA 249	<i>Solyma levis</i> Stephenson	M 2 a	Maas

Nr.	Taxon	Horizont	Stufe
BA 250	<i>Solyma levis</i> Stephenson	M 2 a	Maas
BA 251	<i>Panopea hauthali</i> Wilckens	M 2 e	Maas
BA 252	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	M 2 a	Maas
BA 253	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	M 2 a	Maas
BA 254	<i>Panopea</i> cf. <i>clausa</i> Wilckens	M 2 a	Maas
BA 255	<i>Panopea patagonica</i> Feruglio	SM 58	Maas
BA 256	<i>Panopea patagonica</i> Feruglio	SM 58	Maas
BA 257	<i>Panopea</i> sp. C	M 2 a	Maas
BA 258	<i>Panopea</i> sp. D	SM 68	Dan
BA 259	<i>Panopea</i> sp. D	SM 68	Dan
BA 260	<i>Panopea</i> sp. D	SM 68	Dan
BA 261	<i>Pyropsis</i> sp.	SM Maas	Maas
BA 262	<i>Pseudotylostoma</i> cf. <i>P. romeroi</i> Ihering	SM 58	Dan
BA 263	<i>Pseudotylostoma</i> cf. <i>P. romeroi</i> Ihering	SM 58	Dan
BA 264	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	SM 58	Dan
BA 265	<i>Pseudamaura dubia</i> (Petersen)	SM 58	Dan
BA 266	<i>Polinices</i> (<i>Polinella</i>) cf. <i>finlayi</i> (Marwick)	SM 68	Dan
BA 267	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	SM 68	Dan
BA 268	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i> (Stanton)	SM 68	Dan
BA 269	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i> (Wilckens)	SM 68	Dan
BA 270	<i>Heteroterma</i> sp. B	SM 68	Dan
BA 271	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i> (Wilckens)	SM 68	Dan
BA 272	<i>Fyfea lirata</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 273	Pseudolividae indet. sp. A	SM 68	Dan
BA 274	Pseudolividae indet. sp. A	SM 68	Dan
BA 275	Strombidae indet. sp. A	SM 68	Dan
BA 276	Strombidae indet. sp. A	SM 68	Dan
BA 277	Strombidae indet. sp. A	SM 68	Dan
BA 278	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 279	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 280	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 281	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	M 2 d	Maas
BA 282	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 4 b	Maas
BA 283	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i> (Wilckens)	SM 58	Dan
BA 284	aff. <i>Colus delrioae</i> Stilwell et al.	SM 68	Dan
BA 285	aff. <i>Colus delrioae</i> Stilwell et al.	SM 68	Dan
BA 286	aff. <i>Colus delrioae</i> Stilwell et al.	SM 68	Dan
BA 287	aff. <i>Colus delrioae</i> Stilwell et al.	SM 68	Dan
BA 288	cf. <i>Acirsa</i> (<i>Notacirsa</i>) <i>parvicostata</i> (Marshall)	SM 68	Dan
BA 289	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 69	Dan
BA 290	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 68	Dan
BA 291	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 68	Dan
BA 292	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	SM 32	Dan
BA 293	<i>Fyfea lirata</i> Finlay & Marwick	SM 68	Dan
BA 294	<i>Turritella malaspina</i> Ihering	M 2 b	Maas
BA 295	<i>Ambigostrea clarae</i> (Ihering)	GRB 1	Maas
BA 296	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 297	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 298	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 299	<i>Lyriochlamys modestus</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 300	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 301	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i> (Camacho)	GRB 1	Maas
BA 302	<i>Pteromyrtea</i> sp.	HU 6	Maas
BA 303	<i>Deltamya</i> sp.	HUR 13	Maas
BA 304	<i>Roudairia pampaensis</i> Leanza & Hünicken	HU 11	Maas

Tab. A 2: Anzahl der beinhalteten Probenhorizonte in den verschiedenen Paläoökologie-Analysen der verschiedenen Arbeitsgebiete und der Gesamtregion. Maastrichtium (Maas), Danium (Dan).

Analyse	Bajo de Añelo		Sierra Huantraico		Paso del Sapo		Gesamt	
	Maas	Dan	Maas	Dan	Maas	Dan	Maas	Dan
Ernährungsweise	23	57	32	7	20	30	75	94
Gilden	23	54	32	5	19	30	74	89
Mineralogie	23	55	32	6	19	30	74	91
Mineralogie ohne Korallen	23	54	32	5	19	30	74	89
Mobilität	23	57	32	7	20	30	75	94
Mobilität ohne Depositfr. + Chemosymbionten	23	56	32	6	20	27	75	89

Tab. A 3: Anzahl der in den Paläoökologie-Analysen beinhalteten Individuen für benthische Makroinvertebraten und Bivalven + Gastropoden für die verschiedenen Arbeitsgebiete und die Gesamtregion. Maastrichtium (Maas), Danium (Dan).

	Bajo de Añelo			Sierra Huantraico		
	Maas	Dan	Gesamt	Maas	Dan	Gesamt
Makrobenthos	741	2915	3656	1687	175	1862
Bivalven + Gastropoden	723	2466	3189	1640	119	1759
	Paso del Sapo			Gesamt		
	Maas	Dan	Gesamt	Maas	Dan	Gesamt
Makrobenthos	880	1560	2440	3308	4650	7958
Bivalven + Gastropoden	873	1558	2431	3236	4143	7379

Tab. A 4: Liste der vorkommenden Taxa und ihre Mobilitäten (Mob), Ernährungsweisen (Ernährung), Gilden und Schalenmineralogien (Min). Die Codierung der ökologischen Parameter sind den Tabellen 3.2 bis 3.5 zu entnehmen. Taxa in alphabetischer Reihenfolge.

Ordnung/Familie	Taxon	Mob	Ernährung	Gilde	Min
Limidae	<i>Acesta</i> sp.	1	1	7	2
Epitoniidae	cf. <i>Acirsa</i> (<i>Notacirsa</i>) <i>parvicostata</i>	3	6	12a	1
Acteonidae	<i>Acteon australis</i>	3	6	12b	1
Acteonidae	<i>Acteon</i> sp.	3	6	12b	1
Ostreidae	<i>Ambigostrea clarae</i>	1	1	10	3
Gryphaeidae	<i>Amphidonte mendozana</i>	1	1	10	3
Veneridae	<i>Aphrodina burckhardti</i>	2	1	1	1
Veneridae	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) cf. <i>thomsoni</i>	2	1	1	1
Veneridae	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) <i>wilckensi</i>	2	1	1	1
Aporrhaidae	Aporrhaidae indet. sp. A	3	2	5a	1
Mytilidae	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i>	1	1	7	1
Astartidae	<i>Astarte venatorum</i>	2	1	1	1
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	3	2	2	1
Aporrhaidae	<i>Austroaporrhais</i> cf. <i>gregaria</i>	3	2	5a	1
Trigoniidae	cf. <i>Austrotrigonia pampeana</i>	2	1	1	1
Bakevelliidae	<i>Bakevella</i> sp.	1	1	7	2
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	1	1	7	1
Mytilidae	<i>Brachidontes</i> (<i>Brachidontes</i>) sp.	1	1	7	1
	Bryozoa indet.	1	1	10	3
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) <i>mahuideaensis</i>	2	1	7	2
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptonectes</i>) sp.	2	1	7	2
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) aff. <i>tutorae</i>	2	1	7	2
Cardiidae	Cardiidae sp. A	2	1	1	1
Cardiidae	Cardiidae sp. C	2	1	1	1
Cardiidae	Cardiidae sp. B	2	1	1	1
	Cardioidea sp. A	2	1	1	1
	Carditoidea sp. A	2	1	1	1
Ringiculidae	<i>Cinulia pauper</i>	3	6	12b	1
Buccinidae	aff. <i>Colus delrioae</i>	3	6	12a	1
Corbiculidae	<i>Corbicula pehuenchensis</i>	2	1	1	1
Fasciariidae	cf. <i>Cryptorhytis philippiana</i>	3	6	12a	1
Fasciariidae	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	3	6	12a	1
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i>	2	1	1	1
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> (<i>Cucullastis</i>) <i>barbara</i>	2	1	1	1
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> sp. A	2	1	1	1
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> sp. C	2	1	1	1
Cuspidariidae	<i>Cuspidaria</i> sp.	3	6	12b	1
Pholadomyidae	<i>Deltamya</i> sp.	1	1	3	1
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	2	1	1	1
Entoliidae	<i>Entolium</i> (<i>Entolium</i>) <i>membranaceum</i>	2	1	9	2
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	2	1	1	1
Arcticidae	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i>	2	1	1	1
Naticidae	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i>	3	6	12b	1
Flabellidae	<i>Flabellum</i> sp.	1	7		1
Fasciariidae	Fusininae indet. sp. A	3	6	12a	1
Fasciariidae	Fusininae indet. sp. B	3	6	12a	1

Ordnung/Familie	Taxon	Mob	Ernährung	Gilde	Min
Tudicidae	<i>Fyfea lirata</i>	3	6	12a	1
Cassidae	aff. <i>Galeodea mirabilis</i>	3	6	12a	1
	Gastropoda indet.	3	10	14	1
	Gastropoda indet. sp. A	3	10	14	1
	Gastropoda indet. sp. B	3	10	14	1
Bakevelliidae	? <i>Gervillia</i> sp.	1	1	7	2
Glycymeridinae	<i>Glycymeris</i> (<i>Glycymeris</i>) cf. <i>feruglioi</i>	2	1	1	1
Gryphaeidae	<i>Gryphaeostrea callophylla</i>	1	1	10	3
	"Heterodonta" "globosa"	2	1	1	1
	"Heterodonta" sp. L	2	9	4	1
	"Heterodonta" sp. P	1	1	3	1
	"Heterodonta" sp. G	2	1	1	1
	"Heterodonta" sp. XY	2	1	1	1
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> sp. A	3	6	12a	1
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i>	3	6	12a	1
Mytilidae	<i>Inoperna</i> sp.	1	1	6	1
Lucinidae	? <i>Jagolucina psephenata</i>	2	9	4	1
Lahilliidae	<i>Lahillia luisa</i>	2	1	1	1
Nuculanidae	<i>Ledina lepida</i>	3	2	2	1
Limidae	<i>Lima</i> sp.	1	1	7	2
Limidae	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i>	1	1	7	2
Limidae	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) "symmetrica"	1	1	7	2
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i>	2	3	5b	1
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	2	3	5b	1
Pectinidae	<i>Lyrioclamys modestus</i>	2	1	7	2
Oculinidae	<i>Madrepora</i> sp.	1	7		1
Veneridae	<i>Meretrix chalcidonica</i>	2	1	1	1
Veneridae	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i>	2	1	1	1
Pectinidae	aff. <i>Mixtipecten</i> sp.	2	1	7	2
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. A	1	1	6	1
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	1	1	6	1
Mytilidae	<i>Musculus</i> sp.	1	1	7	1
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	3	5	13	2
Naticidae	Naticidae indet.	3	6	12b	1
Naticidae	Naticidae indet. sp. A	3	6	12b	1
Naticidae	Naticidae indet. sp. B	3	6	12b	1
Malletiidae	<i>Neilo</i> (<i>Neilo</i>) <i>pencana</i>	3	2	2	1
Malletiidae	<i>Neilo</i> sp.	3	2	2	1
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	1	1	7	1
Astartidae	<i>Nicaniella</i> sp.	2	1	1	1
Nuculidae	<i>Nucula</i> sp.	3	2	2	1
Nuculidae	<i>Nucula</i> (<i>Leionucula</i>) <i>suboblunga</i>	3	2	2	1
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	3	2	2	1
Ostreidae	cf. <i>Ostrea vulselloides</i>	1	1	10	3
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	1	1	10	3
	Ostreoidea sp.	1	1	10	3
Pholadomyidae	<i>Pachymya</i> sp.	1	1	3	1
Trigoniidae	<i>Pacitrigonia patagonica</i>	2	1	1	1
Trigoniidae	<i>Pacitrigonia sobrali</i>	2	1	1	1
Hiatellidae	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) cf. <i>clausa</i>	1	1	3	1

Ordnung/Familie	Taxon	Mob	Ernährung	Gilde	Min
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea) hauthali</i>	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea) inferior</i>	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea) cf. malvernensis</i>	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea) patagonica</i>	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp.	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea)</i> sp. A	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. C	1	1	3	1
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. D	1	1	3	1
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	1	1	10	2
Turridae	cf. <i>Parasyrinx</i> sp.	3	6	12a	1
Pectinidae	Pectinidae indet. sp. A	2	1	7	2
Buccinidae	aff. <i>Penion proavitus</i>	3	6	12a	1
Struthiolariidae	<i>Perissodonta</i> cf. <i>minor</i>	3	2	5a	1
Bakevelliidae	<i>Phelopteria</i> sp.	1	1	7	1
Pinnidae	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i>	1	1	6	2
Pholadomyidae	<i>Pholadomya</i> sp.	1	1	3	1
Naticidae	<i>Polinices (Polinella)</i> cf. <i>finlayi</i>	3	6	12b	1
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. A	3	6	12b	1
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. B	3	6	12b	1
Solecurtidae	<i>Protageles</i> <i>gratus</i>	1	1	3	1
Naticidae	<i>Pseudamaura dubia</i>	3	6	12b	1
Pseudolividae	Pseudolividae indet. sp. A	3	6	12a	1
?	<i>Pseudotylostoma</i> cf. <i>romeroi</i>	3	6	12b	1
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	2	9	4	1
Trigoniidae	<i>Pterotrigonia (Rinetrigonia)</i> <i>windhauseniana</i>	2	1	1	1
Pugnelliidae	? <i>Pugnellus</i> aff. <i>hauthali</i>	3	2	5a	1
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygraea)</i> <i>burckhardtii</i>	1	1	10	3
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygraea)</i> <i>vesicularis</i>	1	1	10	3
Tudiclidae	<i>Pyropsis</i> sp.	3	6	12a	1
Arcticidae	<i>Roudairia pampaensis</i>	2	1	1	1
Nuculanidae	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i>	3	2	2	1
Tudiclidae	<i>Saulopsis</i> sp. A	3	6	12a	1
Tudiclidae	<i>Saulopsis</i> sp. B	3	6	12a	1
	Scaphopoda indet.	3	7		1
	Seeigel irr.	3	2		1
	Seeigel reg.	3	6		1
	<i>Serpula</i> sp.	1	1		3
Tellinidae	<i>Solya levis</i>	2	3	5b	1
Malletiidae	<i>Spineilo</i> cf. <i>elongata</i>	3	2	2	1
Spondylidae	<i>Spondylus</i> sp.	1	1	10	2
Strombidae	Strombidae indet. sp. A	3	2	5a	1
Struthiolariidae	Struthiolariidae indet. sp. A	3	2	5a	1
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i>	3	2	5a	1
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i>	3	2	5a	1
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> sp.	3	2	5a	1
Fascioliidae	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i>	3	6	12a	1
Acteonidae	<i>Tornatellaea</i> sp.	3	6	12b	1
Turritellidae	<i>Turritella</i> <i>malaspina</i>	3	1	1	1
Turritellidae	Turritellidae indet.	3	1	1	1
Carditidae	<i>Venericardia (Pacifcor)</i> <i>iheringi</i>	2	1	1	1

Ordnung/Familie	Taxon	Mob	Ernährung	Gilde	Min
Nuculanidae	<i>Yoldia (Calorhadia) perditia</i>	3	2	2	1
Trigoniidae	Trigoniidae indet. sp. A	2	1	1	1
Tancrediidae	Tancrediidae indet. sp. A	2	1	1	1
Nuculanidae	Nuculanidae indet.	3	2	2	1
Nuculoida	Nuculoida indet.	3	2	2	1
Turridae	Turridae indet.	3	6	12a	1
Grammatodontinae	Grammatodontinae indet. sp. A	1	1	7	1

Tab. A 5: In der Gesamtregion vorkommende Bivalven- und Gastropoden-Gattungen mit folgenden dazugehörigen Informationen: Im Maastrichtium der Gesamtregion nachgewiesen (M Pata), an der K/Pg-Grenze der Gesamtregion bzw. global ausgestorben (Ex.reg bzw. Ex.glo), im Danium der Region bzw. global erstmals auftretend (Or.reg bzw. Or.glob), mittlere Schalengröße im Maastrichtium bzw. Danium (Gr.M bzw. Gr.D), absolute Häufigkeiten (Individuenzahlen) des Maastrichtiums und Daniums in der Gesamtregion (H.M und H.D) sowie die standardisierten Häufigkeiten für Maastrichtium bzw. Danium (St.H. M bzw. St.H. D), paläogeographische Verbreitung im Campanium/Maastrichtium (GV CM), Anzahl der Vorkommen im Campanium/Maastrichtium (Vk.CM) und absolute Anzahl der Vorkommen im Campanium/Maastrichtium (abs. Vk.CM).

Gattung	Untergattung	M Pata	Ex.reg	Ex.glo	Or.reg	Or.glo	Gr.M	Gr.D	H.M	H.D	St.H. M	St.H. D	GV CM	Vk.CM	abs.Vk.CM
<i>Acesta</i>		1	1	0	0	0	22,73	-	2	0	0	0	4	1	17
<i>Acteon</i>		1	1	0	0	0	9,83	-	11	0	8	0	3	1	72
<i>Ambigostrea</i>		1	1	0	0	0	19,00	-	9	0	18	0	4	3	270
<i>Amphidonte</i>		1	1	1	0	0	38,60	-	70	0	143	0	3	1	30
<i>Aphrodina</i>	Tikia	1	0	0	0	0	12,87	6,42	171	67	225	90	2	1	5
<i>Aphrodina</i>		0	0	0	1	0	-	29,14	0	18	0	21	4	2	124
<i>Arcomytilus</i>		0	0	0	1	0	-	8,36	0	2	0	3	3	1	3
<i>Australoneilo</i>		1	0	0	0	0	-	17,13	5	62	8	73	2	1	3
<i>Austroaporrhais</i>		1	1	0	0	0	78,42	-	5	0	3	0	2	1	0
<i>Austrotrigonia</i>		1	1	1	0	0	7,97	-	8	0	10	0	1	1	2
<i>Bakevella</i>		1	1	1	0	0	42,13	-	12	0	19	0	-	1	0
<i>Bicorbula</i>		1	0	0	0	0	5,16	4,41	12	25	8	37	3	1	6
<i>Brachidontes</i>		1	1	0	0	0	18,51	-	3	0	2	0	3	1	30
<i>Camptonectes</i>	<i>Brachidontes</i>	1	1	0	0	0	28,28	-	249	0	419	0	1	1	0
<i>Camptonectes</i>	<i>Camptochlamys</i>	0	0	0	1	0	-	4,36	0	546	0	724	4	3	313
<i>Cinulia</i>	<i>Camptonectes</i>	1	1	0	0	0	8,90	-	7	0	9	0	1	1	0
<i>Corbicula</i>		1	0	0	0	0	9,51	12,87	11	320	3	357	3	1	39
<i>Cryptorhytis</i>		1	0	0	0	0	11,66	6,97	15	31	21	39	3	1	10
<i>Cucullaea</i>		1	0	0	0	0	72,47	40,69	25	2	20	3	5	3	331
<i>Disparilia</i>		1	0	0	0	0	3,74	10,98	57	47	88	65	-	1	0
<i>Entolium</i>	<i>Entolium</i>	1	1	1	0	0	18,73	-	158	0	236	0	4	1	47
<i>Eriophyla</i>		1	0	0	0	0	29,32	34,12	10	70	12	66	3	1	9
<i>Etea</i>		1	1	0	0	0	29,98	-	67	0	103	0	3	1	73
<i>Euspira</i>		1	0	0	0	0	21,44	15,60	47	15	55	15	3	3	253
<i>Glycymeris</i>	<i>Glycymeris</i>	1	0	0	0	0	-	37,99	4	25	6	84	3	2	103
<i>Gryphaeostrea</i>		0	0	0	1	0	-	24,26	0	10	0	19	3	2	165
<i>Heteroterma</i>		1	0	0	0	0	-	17,92	3	35	4	41	2	1	1

Gattung	Untergattung	M Pata	Ex.reg	Ex.glo	Or.reg	Or.glo	Gr.M	Gr.D	H.M	H.D	St.H. M	St.H. D	GV CM	Vk.CM	abs.Vk.CM
<i>Inoperna</i>		1	1	1	0	0	20,12	-	5	0	3	0	3	1	13
<i>Jagolucina</i>		0	0	0	1	1	-	8,78	0	6	0	12	-	-	0
<i>Lahillia</i>		1	1	0	0	0	53,24	-	24	0	17	0	2	1	12
<i>Ledina</i>		1	0	0	0	0	11,37	6,95	5	243	2	310	-	1	0
<i>Lima</i>		1	1	0	0	0	27,98	-	4	0	8	0	3	2	183
<i>Linea</i>	<i>Pseudolinea</i>	1	0	0	0	0	7,58	-	330	6	514	8	4	2	118
<i>Linearia</i>	<i>Linearia</i>	1	1	1	0	0	18,39	-	72	0	92	0	4	2	213
<i>Lyriochlamys</i>		1	1	1	0	0	11,78	-	134	0	227	0	4	1	72
<i>Meretrix</i>		1	0	0	0	0	-	24,25	1	120	0	169	3	1	8
<i>Mesocallista</i>		1	1	1	0	0	17,71	-	83	0	112	0	3	1	34
<i>Modiolus</i>		1	0	0	0	0	16,02	14,46	47	10	71	1	5	2	112
<i>Musculus</i>		1	1	0	0	0	17,12	-	27	0	45	0	3	1	2
<i>Nacella</i>		1	0	0	0	0	5,40	2,10	9	4	12	6	-	1	0
<i>Neilo</i>		1	1	0	0	0	12,67	-	12	0	9	0	1	1	0
<i>Nemodon</i>		1	0	0	0	0	11,33	10,09	10	233	17	307	2	2	215
<i>Nicaniella</i>		0	0	0	1	0	-	2,50	0	2	0	3	-	-	0
<i>Nucula</i>		1	1	0	0	0	4,97	-	2	0	2	0	4	3	371
<i>Nucula</i>	<i>Leionucula</i>	1	0	0	0	0	-	9,21	2	58	1	90	5	1	70
<i>Nuculana</i>		1	0	0	0	0	-	3,94	8	173	14	250	4	3	426
<i>Ostrea</i>		1	0	0	0	0	34,63	11,12	11	9	14	10	4	3	279
<i>Pachymya</i>		1	1	1	0	0	-	-	3	0	4	0	3	1	1
<i>Pacitrignonia</i>		1	1	1	0	0	82,19	-	19	0	12	0	2	1	14
<i>Panopea</i>	<i>Panopea</i>	1	0	0	0	0	51,82	15,86	218	43	170	48	5	2	106
<i>Paramonia</i>		1	0	0	0	0	14,58	10,85	38	2	60	3	3	1	56
<i>Perissodonta</i>		0	0	0	1	1	-	9,50	0	2	0	3	-	-	0
<i>Phelopteria</i>		1	1	0	0	0	8,20	-	94	0	120	0	4	1	29
<i>Pholadomya</i>		1	1	0	0	0	44,38	-	23	0	30	0	4	2	100
<i>Pinna</i>		1	0	0	0	0	-	-	1	4	0	5	5	1	72
<i>Priscaphander</i>		1	0	0	0	0	-	-	1	7	0	9	-	1	0
<i>Protangelus</i>		1	1	1	0	0	28,51	-	68	0	36	0	3	1	5
<i>Pseudamaura</i>		0	0	0	1	0	-	31,07	0	24	0	32	3	1	33
<i>Pseudotylostoma</i>		0	0	0	1	1	-	23,46	0	6	0	8	-	-	0
<i>Pteromyrtea</i>		1	0	0	0	0	10,00	10,83	14	267	20	394	-	1	0
<i>Pterotrigonia</i>	<i>Rinetrigonia</i>	1	1	1	0	0	50,22	-	83	0	107	0	1	1	8

Gattung	Untergattung	M Pata	Ex.reg	Ex.glo	Or.reg	Or.glo	Gr.M	Gr.D	H.M	H.D	St.H.M	St.H.D	GV.CM	Vk.CM	abs.Vk.CM
<i>Pycnodonte</i>	<i>Phygraea</i>	1	0	0	0	0	78,24	25,26	300	659	475	936	5	2	233
<i>Pyropsis</i>		1	1	0	0	0	60,89	-	3	0	4	0	3	2	116
<i>Roudairia</i>		1	1	1	0	0	107,98	-	2	0	2	0	1	1	0
<i>Saccella</i>		1	0	0	0	0	3,67	4,57	1	8	2	9	2	1	0
<i>Solyma</i>		1	1	1	0	0	19,36	-	91	0	100	0	2	1	37
<i>Spondylus</i>		1	1	0	0	0	22,59	-	3	0	6	0	4	2	171
<i>Struthioptera</i>		1	0	0	0	0	14,79	11,84	176	234	154	306	2	1	6
<i>Taioma</i>		0	0	0	1	0	-	-	0	9	0	12	2	1	8
<i>Tornatellaea</i>		0	0	0	1	0	-	-	0	13	0	14	4	1	21
<i>Turritella</i>		1	0	0	0	0	21,24	28,12	106	312	142	110	4	3	708
<i>Venericardia</i>		1	0	0	0	0	17,49	20,14	50	232	58	310	4	1	37
<i>Yoldia</i>	<i>Calorhadia</i>	0	0	0	1	1	-	8,90	0	60	0	71	-	-	0

Tab. A 6: Artenliste des Maastrichtiums von Bajo de Añelo. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Ostreidae	<i>Ambigostrea clarae</i>	
Gryphaeidae	<i>Amphidonte mendozana</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i>	
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Mytilidae	<i>Brachidontes</i> sp.	S
Pectinidae	<i>Camptonectes (Camptochlamys)</i> aff. <i>tutorae</i>	
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Entoliidae	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i>	
Parallelodontidae	Grammatodontinae indet. sp. A	S
Limidae	<i>Lima</i> sp.	
Tellinidae	<i>Linearia (Linearia)</i> cf. <i>semicostata</i>	S
Tellinidae	<i>Linearia (Linearia)</i> sp.	S
Pectinidae	<i>Lyrioichlamys modestus</i>	
Veneridae	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i>	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	S
Malletiidae	<i>Neilo pencana</i>	S
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	
Ostreidae	cf. <i>Ostrea vulselloides</i>	
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Bakevelliidae	<i>Phelopteria</i> sp.	
Solecurtidae	<i>Protangelus gratus</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) "symmetrica"</i>	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygraea) vesicularis</i>	
Arctidae	<i>Roudairia pampaensis</i>	S
Spondylidae	<i>Spondylus</i> sp.	S
Gastropoden		
Acteonidae	<i>Acteon australis</i>	S
Fascioliidae	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	
Naticidae	Naticidae indet. sp. B	S

Tab. A 7: Artenliste des Daniums von Bajo de Añelo. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Veneridae	<i>Aphrodina burckhardti</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i>	
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	
Pectinidae	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> sp.	
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. B	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea (Cucullastis) barbara</i>	S
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Glycymerididae	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i>	S
Gryphaeidae	<i>Gryphaeostrea callophylla</i>	
	„Heterodonta“ sp. XY	S
	„Heterodonta globosa“	
	„Heterodonta“ sp. G	
Lucinidae	<i>Jagolucina psephenata</i>	
Nuculidae	<i>Nucula (Leionucula) suboblunga</i>	
Pectinidae	aff. <i>Mixtipecten</i> sp.	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. A	S
Mytilidae	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i>	S
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	
Astartidae	<i>Nicaniella</i> sp.	
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	
Ostreidae	cf. <i>Ostrea vulselloides</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> cf. <i>malvernensis</i>	S
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. A	
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Pectinidae	Pectinidae indet. sp. A	S
Pinnidae	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) "symmetrica"</i>	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i>	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygrea) vesicularis</i>	
Nuculanidae	<i>Sacella</i> cf. <i>tumida</i>	
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Yoldiidae	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i>	
Gastropoden		
Aporrhaidae	Aporrhaidae indet. sp. A	S
Fascioliidae	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	
Cassidae	aff. <i>Galeodea mirabilis</i>	
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> sp. A	
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i>	
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	
Naticidae	Naticidae indet. sp. A	S
Struthioliariidae	<i>Perissodonta</i> cf. <i>minor</i>	
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. A	
Tudicidae	<i>Saulopsis</i> sp. B	S
Struthioliariidae	Struthioliariidae indet. sp. A	S
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i>	

Familie	Taxon
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> sp.
Fascioliariidae	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i>
Acteonidae	<i>Tornatellaea</i> sp.
Anthozoen	
Oculinidae	<i>Madrepora</i> sp.
Flabellidae	<i>Flabellum</i> sp.

Tab. A 8: Artenliste des Maastrichtiums der Sierra Huantraico. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Ostreidae	<i>Ambigostrea clarae</i>	
Gryphaeidae	<i>Amphidonte mendozana</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) cf. thomsoni</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i>	
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Trigoniidae	<i>cf. Austrotrigonia pampeana</i>	
Bakevelliidae	<i>Bakevella</i> sp.	
Pectinidae	<i>Camptonectes (Camptochlamys) mahuidaensis</i>	
Pectinidae	<i>Camptonectes (Camptochlamys) aff. tutorae</i>	
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. C	
	Carditoidea indet. sp. A	S
Fasciariidae	<i>cf. Cryptorhytis philippiana</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea cf. antarctica</i>	
Pholadomyidae	<i>Deltamya</i> sp.	S
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Entoliidae	<i>Entolium (Entolium) membranaceum</i>	S
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	
Arctidae	<i>Etea aff. carolinensis</i>	
Glycymeridae	<i>Glycymeris (Glycymeris) cf. feruglioi</i>	
Mytilidae	<i>Inoperna</i> sp.	S
Lahilliidae	<i>Lahillia luisa</i>	
Limidae	<i>Lima</i> sp.	
Tellinidae	<i>Linearia (Linearia) cf. semicostata</i>	
Tellinidae	<i>Linearia (Linearia) sp.</i>	
Pectinidae	<i>Lyriochlamys modestus</i>	
Veneridae	<i>Mesocallista aff. solitaria</i>	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	
Mytilidae	<i>Musculus</i> sp.	
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	
Trigoniidae	<i>Pacitrigonia patagonica</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea cf. clausa</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea hauthali</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea inferior</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. C	S
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Bakevelliidae	<i>Phelopteria</i> sp.	
Pholadomyidae	<i>Pholadomya</i> sp.	
Solecurtidae	<i>Protagelus gratus</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) "symmetrica"</i>	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Trigoniidae	<i>Pterotrighonia (Rinetrighonia) windhauseniana</i>	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygraea) vesicularis</i>	
Arctidae	<i>Roudairia pampaensis</i>	S
Nuculanidae	<i>Saccella cf. tumida</i>	
Tellinidae	<i>Solyma levis</i>	

Familie	Taxon	
Spondylidae	<i>Spondylus</i> sp.	
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Gastropoden		
Acteonidae	<i>Acteon australis</i>	
Ringiculidae	<i>Cinulia pauper</i>	
Naticidae	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i>	
	Gastropoda indet. sp. A	S
	Gastropoda indet. sp. B	S
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	
Tudicidae	<i>Pyropsis</i> sp.	S
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i>	
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	

Tab. A 9: Artenliste des Daniums der Sierra Huantraico. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> sp. C	
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Glycymerididae	<i>Glycymeris</i> (<i>Glycymeris</i>) cf. <i>feruglioi</i>	
Gryphaeidae	<i>Gryphaeostrea callophylla</i>	S
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	S
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	S
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte</i> (<i>Phygrea</i>) <i>burckhardti</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp.	
Nuculanidae	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i>	
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Yoldiidae	<i>Yoldia</i> (<i>Calorhadia</i>) <i>perdita</i>	S
Gastropoden		
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i>	S
Anthozoen		
Flabellidae	<i>Flabellum</i> sp.	

Tab. A 10: Artenliste des Maastrichtiums von Paso del Sapo. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Limidae	<i>Acesta</i> sp.	
Veneridae	<i>Aphrodina</i> (<i>Tikia</i>) cf. <i>thomsoni</i>	
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Trigoniidae	cf. <i>Austrotrigonia pampeana</i>	S
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	
Mytilidae	<i>Brachidontes</i> sp.	S
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) aff. <i>tutorae</i>	S
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. A	
	Cardioidea indet. sp. A	
Corbiculidae	<i>Corbicula pehuenchensis</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i>	
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	
Arctidae	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i>	S
Bakevelliidae	<i>Gervillia</i> ? sp.	S
Parallelodontidae	Grammatodontinae indet. sp. A	
	„Heterodonta“ sp. L	S
Mytilidae	<i>Inoperna</i> sp.	
Lahilliidae	<i>Lahillia luisa</i>	
Nuculanidae	<i>Ledina lepida</i>	
Nuculidae	<i>Nucula</i> (<i>Leionucula</i>) <i>suboblonga</i>	
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i>	
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	
Pectinidae	<i>Lyriochlamys modestus</i>	S
Veneridae	<i>Meretrix chalconica</i>	
Veneridae	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i>	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	
Malletiidae	<i>Neilo pencana</i>	S
Malletiidae	<i>Neilo</i> sp.	
Nuculidae	<i>Nucula</i> sp.	
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	
Pholadomyidae	<i>Pachymya</i> sp.	
Trigoniidae	<i>Pacitrigonia patagonica</i>	
Trigoniidae	<i>Pacitrigonia sobrali</i>	S
Hiatellidae	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) cf. <i>clausa</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) <i>hauthali</i>	S
Hiatellidae	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) <i>inferior</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> (<i>Panopea</i>) <i>patagonica</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. C	S
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Pholadomyidae	<i>Pholadomya</i> sp.	
Pinnidae	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i>	
Solecurtidae	<i>Protagelus gratus</i>	
Limidae	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) <i>angusta</i>	
Limidae	<i>Limea</i> (<i>Pseudolimea</i>) " <i>symmetrica</i> "	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Trigoniidae	<i>Pterotrighonia</i> (<i>Rinetrighonia</i>) <i>windhauseniana</i>	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte vesicularis</i>	S

Familie	Taxon	
Tellinidae	<i>Solyma levis</i>	
Tancrediidae	Tancrediidae indet. sp. A	
Trigoniidae	Trigoniidae indet. sp. A	S
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Gastropoden		
Acteonidae	<i>Acteon australis</i>	
Aporrhaidae	<i>Austroaporrhais</i> cf. <i>gregaria</i>	
Fascioliidae	cf. <i>Cryptorhytis philippiana</i>	S
Naticidae	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i>	
Fascioliidae	Fusiniinae indet. sp. A	
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> sp. A	
Turridae	cf. <i>Parasyrinx</i> sp.	S
Buccinidae	aff. <i>Penion proavitus</i>	S
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. B	S
Pugnelliidae	<i>Pugnellus?</i> <i>hauthali</i>	S
Tudicidae	<i>Pyropsis</i> sp.	
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> cf. <i>haastiana</i>	
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	

Tab. A 11: Artenliste des Daniums von Paso del Sapo. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Veneridae	<i>Aphrodina burckhardti</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i>	
Mytilidae	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i>	S
Astartidae	<i>Astarte venatorum</i>	S
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. A	
Corbiculidae	<i>Corbicula pehuenchensis</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea (Cucullastis) barbara</i>	
Cuspidariidae	<i>Cuspidaria</i> sp.	S
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	
Glycymerididae	<i>Glycymeris (Glycymeris)</i> cf. <i>feruglioi</i>	S
	„Heterodonta“ sp. P	
	„Heterodonta“ sp. G	
Nuculanidae	<i>Ledina lepida</i>	
Nuculidae	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i>	
Veneridae	<i>Meretrix chalcidonica</i>	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea (Panopea) patagonica</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp.	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. D	
Pinnidae	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i>	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Nuculanidae	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i>	S
Nuculanidae	<i>Spineilo</i> cf. <i>elongata</i>	S
Tancrediidae	Tancrediidae indet. sp. A	
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Yoldiidae	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i>	
Gastropoden		
Epitoniidae	cf. <i>Acirsa (Notacirsa) parvicostata</i>	S
Buccinidae	aff. <i>Colus delrioae</i>	S
Naticidae	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i>	
Fascioliidae	Fusiniinae indet. sp. B	S
Tudicidae	<i>Fyfea lirata</i>	S
Tudicidae	<i>Heterotermia</i> cf. <i>tumida</i>	
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	S
Naticidae	<i>Polinices (Polinella) cf. finlayi</i>	S
Naticidae	<i>Pseudamaura dubia</i>	
Pseudolividae	Pseudolividae indet. sp. A	
	<i>Pseudotylostoma</i> cf. <i>romeroi</i>	
Strombidae	Strombidae indet. sp. A	S
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i>	
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	

Tab. A 12: Artenliste des Maastrichtiums der Gesamtregion. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Limidae	<i>Acesta</i> sp.	
Ostreidae	<i>Ambigostrea clarae</i>	
Gryphaeidae	<i>Amphidonte mendozana</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina</i> (Tikia) cf. <i>thomsoni</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina</i> (Tikia) <i>wilckensi</i>	
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Trigoniidae	cf. <i>Austrotrigonia pampeana</i>	
Bakevelliidae	<i>Bakevellia</i> sp.	
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	
Mytilidae	<i>Brachidontes</i> sp.	
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) <i>mahuidaensis</i>	
Pectinidae	<i>Camptonectes</i> (<i>Camptochlamys</i>) aff. <i>tutorae</i>	
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. A	
Cardiidae	Cardiidae indet. sp. C	
	Cardioidea indet. sp. A	
	Carditoidea indet. sp. A	S
Corbiculidae	<i>Corbicula pehuenchensis</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> cf. <i>antarctica</i>	
Pholadomyidae	<i>Deltamya</i> sp.	S
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Entoliidae	<i>Entolium</i> (<i>Entolium</i>) <i>membranaceum</i>	
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	
Arcticidae	<i>Etea</i> aff. <i>carolinensis</i>	
Bakevelliidae	<i>Gervillia</i> ? sp.	S
Glycymerididae	<i>Glycymeris</i> (<i>Glycymeris</i>) cf. <i>feruglioi</i>	
Parallelodontidae	Grammatodontinae indet. sp. A	
	„Heterodonta“ sp. L	S
Mytilidae	<i>Inoperna</i> sp.	
Lahilliidae	<i>Lahillia luisa</i>	
Nuculanidae	<i>Ledina lepida</i>	
Nuculidae	<i>Nucula</i> (<i>Leionucula</i>) <i>suboblonga</i>	
Limidae	<i>Lima</i> sp.	
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) cf. <i>semicostata</i>	
Tellinidae	<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	
Pectinidae	<i>Lyriochlamys modestus</i>	
Veneridae	<i>Meretrix chalconica</i>	
Veneridae	<i>Mesocallista</i> aff. <i>solitaria</i>	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	
Mytilidae	<i>Musculus</i> sp.	
Malletiidae	<i>Neilo pencana</i>	
Malletiidae	<i>Neilo</i> sp.	
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	
Nuculidae	<i>Nucula</i> sp.	
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	
Ostreidae	cf. <i>Ostrea vulselloides</i>	
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	
Pholadomyidae	<i>Pachymya</i> sp.	

Familie	Taxon	
Trigoniidae	<i>Pacitrignia patagonica</i>	
Trigoniidae	<i>Pacitrignia sobrali</i>	S
Hiatellidae	<i>Panopea cf. clausa</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea hauthali</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea inferior</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea patagonica</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. C	
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Bakevelliidae	<i>Phelopteria</i> sp.	
Pholadomyidae	<i>Pholadomya</i> sp.	
Pinnidae	<i>Pinna cf. freneixae</i>	
Solecurtidae	<i>Protagelus gratus</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) angusta</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea) "symmetrica"</i>	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Trigoniidae	<i>Pterotrignia (Rinetrignia) windhauseniana</i>	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygraea) vesicularis</i>	
Arctidae	<i>Roudairia pampaensis</i>	
Nuculanidae	<i>Saccula cf. tumida</i>	
Tellinidae	<i>Solyma levis</i>	
Spondylidae	<i>Spondylus</i> sp.	
Tancrediidae	Tancrediidae indet. sp. A	
Trigoniidae	Trigoniidae indet. sp. A	S
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Gastropoden		
Acteonidae	<i>Acteon australis</i>	
Aporrhaidae	<i>Austroaporrhais cf. gregaria</i>	
Ringiculidae	<i>Cinulia pauper</i>	
Fascioliidae	cf. <i>Cryptorhytis philippiana</i>	
Fascioliidae	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	
Naticidae	<i>Euspira cf. pueyrredonensis</i>	
Fascioliidae	Fusiniinae indet. sp. A	
	Gastropoda indet. sp. A	S
	Gastropoda indet. sp. B	S
Tudicidae	<i>Heterotermia</i> sp. A	
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	
Naticidae	Naticidae indet. sp. B	S
Turridae	cf. <i>Parasyrinx</i> sp.	S
Buccinidae	aff. <i>Penion proavitus</i>	S
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. B	
Pugnelliidae	<i>Pugnellus? hauthali</i>	S
Tudicidae	<i>Pyropsis</i> sp.	
Aporrhaidae	<i>Struthioptera cf. haastiana</i>	
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	

Tab. A 13: Artenliste des Daniums der Gesamtregion. Taxa in alphabetischer Reihenfolge. Singleton (S).

Familie	Taxon	
Bivalven		
Veneridae	<i>Aphrodina burckhardti</i>	
Veneridae	<i>Aphrodina (Tikia) wilckensi</i>	
Astartidae	<i>Astarte venatorum</i>	S
Malletiidae	<i>Australoneilo gracilis</i>	
Corbulidae	<i>Bicorbula</i> sp.	
Pectinidae	<i>Camptonectes (Camptonectes)</i> sp.	
Cardiidae	Cardiidae sp. A	
Cardiidae	Cardiidae sp. B	
Corbiculidae	<i>Corbicula pehuenchensis</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea Cucullastis barbara</i>	
Cucullaeidae	<i>Cucullaea</i> sp. C	
Cuspidariidae	<i>Cuspidaria</i> sp.	S
Astartidae	<i>Disparilia</i> sp.	
Astartidae	<i>Eriphyla meridiana</i>	
Glycymerididae	<i>Glycymeris Glycymeris</i> cf. <i>feruglioi</i>	
Gryphaeidae	<i>Gryphaeostrea callophylla</i>	
	„Heterodonta“ sp. P	
	„Heterodonta“ sp. XY	S
	„Heterodonta globosa“	
	„Heterodonta“ sp. G	
Lucinidae	<i>Jagolucina psephenata</i>	
Nuculanidae	<i>Ledina lepida</i>	
Nuculidae	<i>Nucula (Leionucula) suboblonga</i>	
Veneridae	<i>Meretrix chalconica</i>	
Pectinidae	aff. <i>Mixtipecten</i> sp.	
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. A	S
Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp. B	
Mytilidae	<i>Arcomytilus</i> cf. <i>primigenius</i>	
Parallelodontidae	<i>Nemodon sulcatus</i>	
Astartidae	<i>Nicaniella</i> sp.	
Nuculanidae	<i>Nuculana</i> cf. <i>amuriensis</i>	
Ostreidae	cf. <i>Ostrea vulselloides</i>	
Ostreidae	<i>Ostrea wilckensi</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> cf. <i>malvernensis</i>	S
Hiatellidae	<i>Panopea patagonica</i>	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. A	
Hiatellidae	<i>Panopea</i> sp. D	
Anomiidae	<i>Paranomia</i> sp.	
Pectinidae	Pectinidae indet. sp. A	S
Pinnidae	<i>Pinna</i> cf. <i>freneixae</i>	
Limidae	<i>Limea (Pseudolimea)</i> „symmetrica“	
Lucinidae	<i>Pteromyrtea</i> sp.	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygrea) burckhardti</i>	
Gryphaeidae	<i>Pycnodonte (Phygrea) vesicularis</i>	
Nuculanidae	<i>Saccula</i> cf. <i>tumida</i>	
Nuculanidae	<i>Spineilo</i> cf. <i>elongata</i>	S
Tancrediidae	Tancrediidae indet. sp. A	

Familie	Taxon	
Carditidae	<i>Venericardia iheringi</i>	
Yoldiidae	<i>Yoldia (Calorhadia) perdita</i>	
Gastropoden		
Epitoniidae	cf. <i>Acirsa (Notacirsa) parvicostata</i>	S
Aporrhaidae	Aporrhaidae indet. sp. A	S
Buccinidae	aff. <i>Colus delrioae</i>	S
Fascioliariidae	cf. <i>Cryptorhytis</i> sp. A	
Naticidae	<i>Euspira</i> cf. <i>pueyrredonensis</i>	
Fascioliariidae	Fusinae indet. sp. B	S
Tudicidae	<i>Fyfea lirata</i>	S
Cassidae	aff. <i>Galeodea mirabilis</i>	
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> sp. A	
Tudicidae	<i>Heteroterma</i> cf. <i>tumida</i>	
Nacellidae	cf. <i>Nacella ovata</i>	
Naticidae	Naticidae indet. sp. A	S
Struthioliariidae	<i>Perissodonta</i> cf. <i>minor</i>	
Naticidae	<i>Polinices (Polinella) finlayi</i>	S
Scaphandridae	<i>Priscaphander</i> sp. A	
Naticidae	<i>Pseudamaura dubia</i>	
Pseudolividae	Pseudolividae indet. sp. A	
	<i>Pseudotylostoma romeroi</i>	
Tudicidae	<i>Saulopsis</i> sp. B	S
Strombidae	Strombidae indet. sp. A	S
Struthioliariidae	Struthioliariidae indet. sp. A	S
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> aff. <i>osiris</i>	
Aporrhaidae	<i>Struthioptera</i> sp.	
Fascioliariidae	<i>Taioma</i> cf. <i>tricarinata</i>	
Acteonidae	<i>Tornatellaea</i> sp.	
Turritellidae	<i>Turritella malaspina</i>	
Anthozoen		
Flabellidae	<i>Flabellum</i> sp.	
Oculinidae	<i>Madrepora</i> sp.	

Tab. A 14: Lokale Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Schalenmineralogien für die Gesamtregion. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	AR	+	-
1 (AR)	50	16,4	16,4
2 (AR/CA)	70	26,1	31,1
3 (CA)	50	52,5	50,0

Tab. A 15: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Schalenmineralogien für die Gesamtregion unter der Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	AR	+	-
1 (AR)	27,8	15,1	14,2
2 (AR/CA)	30,0	31,1	30,0
3 (CA)	25,0	51,3	25,0

Tab. A 16: Lokale Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Mobilitäten für die Gesamtregion. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	AR	+	-
1 (S)	59,1	20,1	20,8
2 (FMO)	57,1	20,9	21,3
3 (MO)	28,6	35,4	28,6

Tab. A 17: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Mobilitäten für die Gesamtregion unter der Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	AR	+	-
1 (S)	22,7	18,9	16,1
2 (FMO)	42,9	21,3	20,9
3 (MO)	0,0		

Tab. A 18: Lokale Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Kategorien der paläogeographischen Verbreitung (siehe Tabelle 3.6 für Codierung) für die Gesamtregion. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Biv + Gast	Gesamtregion			Gesamtregion		
	AR	+	-	NR	+	-
1	100,0			100,0		
2	40,0	32,0	30,3	27,3	28,9	27,3
3	60,0	21,2	21,9	20,0	26,9	20,0
4	61,5	25,8	26,9	14,3	31,9	14,3
5	0,0			0,0		

Tab. A 19: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Kategorien der paläogeographischen Verbreitung (siehe Tabelle 3.6 für Codierung) für die Gesamtregion unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Biv + Gast	Gesamtregion			Gesamtregion		
	AR	+	-	NR	+	-
1	50,0	40,0	40,0	50,0	52,5	50,0
2	20,0	28,0	20,0	18,2	25,9	18,2
3	26,3	21,3	18,3	0,0		
4	21,4	23,6	21,4	0,0		
5	0,0			0,0		

Tab. A 20: Lokale Aussterberaten (AR) und Neuentstehungsraten (NR) von Gattungen innerhalb der verschiedenen Kategorien der Anzahl der Vorkommen (siehe Tabelle 3.7 für Codierung) in der PBDB für die Gesamtregion. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Biv + Gast	Gesamtregion			Gesamtregion		
	AR	+	-	NR	+	-
1	59,4	16,8	17,2	35,0	21,7	20,5
2	45,5	30,1	29,6	25,0	32,5	25,0
3	16,7	36,6	16,7	16,7	36,6	16,7

Tab. A 21: Aussterberaten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Kategorien der Anzahl der Vorkommen (siehe Tabelle 3.7 für Codierung) in der PBDB für die Gesamtregion unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	AR	+	-
1	40,9	20,8	20,1
2	21,4	23,6	21,4
3	14,3	21,2	14,3

Tab. A 22: Neuentstehungsraten von Gattungen innerhalb der verschiedenen Kategorien der Anzahl der Vorkommen in der PBDB (§ siehe Tabelle 3.7) für die Gesamtregion unter Berücksichtigung der globalen stratigraphischen Reichweiten. Fehler stellen die 95% - Konfidenzintervalle der Binomialfehler dar.

Bivalven	Gesamtregion		
	NR	+	-
1	18,2	25,9	18,2
2	0,0		
3	0,0		

Gastropoden			
1	22,2	30,2	22,2
2	0,0		
3	0,0		

Publikationsliste

Publikationen

- Aberhan, M., Weidemeyer, S., Kiessling, W., Scasso, R. A. & Medina, F. A. 2007. Faunal evidence for reduced productivity and uncoordinated recovery in Southern Hemisphere Cretaceous-Paleogene boundary sections. – *Geology* 35 (3): 227-230.
- Kiessling, W., Scasso, R., Aberhan, M., Ruiz, L. & Weidemeyer, S. 2006. A Maastrichtian microbial reef and associated limestones in the Roca Formation of Patagonia (Neuquén Province, Argentina). – *Fossil Record* 9 (2): 183-197.
- Scasso, R. A., Ruiz, L., Aberhan, M., Weidemeyer, S., Kiessling, W. & Medina, F. A. Eingereicht. The Maastrichtian-Paleocene Lefipán Formation in Patagonia (Chubut Province, Argentina): non-actualistic deltas in a tide-dominated subtropical shelf embayment

Tagungsbeiträge

- Ruiz, L., Scasso, R.A., Aberhan, M., Kiessling, W., Bande, A., Medina, F. Weidemeyer, S. 2005. La Formación Lefipán en el valle medio del río Chubut: ambientes sedimentarios y su relación con la tectónica del Cretácico Tardío-Paleoceno. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3, 231-238. La Plata.
- Weidemeyer, S., Aberhan, M., Kiessling, W., Scasso, R.A., Medina, F.A. 2006. Faunistische Hinweise auf reduzierte Produktivität in Kreide/Paläogen Grenzprofilen der Südhemisphäre. – *Berichte-Reports des Instituts für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität Kiel*, Bd. 22: S. 149.
- Weidemeyer, S., Aberhan, M., Kiessling, W., Scholz, H., Scasso, R. & Medina, F. 2004. Aussterbe- und Recoverymuster der Molluskenfaunen an der Kreide-Tertiär-Grenze in Argentinien. – In: Reitner, J., Reich, M. & Schmidt, G. (eds.): *Geobiologie – 74. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft*: 242-243.
- Weidemeyer, S., Aberhan, M., Kiessling, W., Scholz, H., Scasso, R., Medina, F. 2004. Molluscs at the Cretaceous-Tertiary boundary in Argentina: Ecological selectivity in extinction and recovery in southern high latitudes. 32nd International Geological Congress, Florence, Abstracts, Part 2: 1471-1472.